

Rec'd PC

20 DEC 2004

PCT/JPC3/07441

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

11.06.03

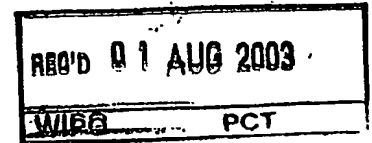
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 1 2 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 6 6 7 1 0
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 6 6 7 1 0]

出 願 人 株式会社ブリヂストン
Applicant(s):

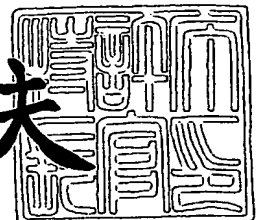


**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 7 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 P238096

【提出日】 平成15年 3月12日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 B60C 19/00

【発明の名称】 タイヤに作用する力の測定方法およびタイヤ作用力測定装置

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小平市小川東町3-1-1 株式会社 プリヂストン 技術センター内

【氏名】 関 互

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小平市小川東町3-1-1 株式会社 プリヂストン 技術センター内

【氏名】 青池 由紀夫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小平市小川東町3-1-1 株式会社 プリヂストン 技術センター内

【氏名】 雫 孝久

【特許出願人】

【識別番号】 000005278

【氏名又は名称】 株式会社 プリヂストン

【代理人】

【識別番号】 100072051

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 興作

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 074997

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9712186

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 タイヤに作用する力の測定方法およびタイヤ作用力測定装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 スチールコードよりなるベルトを有するタイヤの、接地面に作用する周方向の力および半径方向の力のうち少なくとも一方の力を測定する方法であって、

トレッド部の内周面に貼付けられ表裏で極性を異ならせたシート状磁石によって形成される磁界の磁束密度を、リムに固定された磁気センサで検知し、車両の走行に際して回転するタイヤの回転位置によって変化する磁束密度の変化パターンから力を求めるタイヤに作用する力の測定方法。

【請求項 2】 前記磁気センサを通りタイヤ半径方向内外に延びる直線を L としたとき、少なくとも一枚の前記シート状磁石を、タイヤへの外力の非作用下で、磁化の分布が全体として直線 L を通るタイヤ子午線面に関し対称となるように配置して、

前記磁束密度のタイヤ周方向成分の変化パターンの極大値と極小値との平均からタイヤ周方向に作用する力を求め、この変化パターンの極大値と極小値の差からタイヤ半径方向に作用する力を求める請求項 1 に記載のタイヤに作用する力の測定方法。

【請求項 3】 前記磁気センサを通りタイヤ半径方向内外に延びる直線を L としたとき、少なくとも一枚の前記シート状磁石を、タイヤへの外力の非作用下で、磁化の分布が全体として直線 L を通るタイヤ子午線面に関し対称となるように配置して、

前記磁束密度のタイヤ半径方向成分の変化パターンの極大値もしくは極小値からタイヤ半径方向に作用する力を求める請求項 1 に記載のタイヤに作用する力の測定方法。

【請求項 4】 前記磁気センサを通るタイヤ半径方向内外に延びる直線を L としたとき、少なくとも一枚の前記シート状磁石を、タイヤへの外力の非作用下で、三次元空間における磁化の分布が全体として直線 L に関して線対称となりタイヤ幅方向には非対称となるよう配置して、

前記磁束密度のタイヤ幅方向成分の変化パターンの極大値と極小値との平均からタイヤ周方向に作用する力を求め、この変化パターンの極大値と極小値の差からタイヤ半径方向に作用する力を求める請求項1に記載のタイヤに作用する力の測定方法。

【請求項5】 請求項1～4のいずれかのタイヤに作用する力の測定方法に用いるタイヤ作用力測定装置であって、

両面に相異なる極性の磁化を分布させたそれぞれの磁極を有するシート状磁石と、シート状磁石からの磁界を検出する磁気センサとを具え、シート状磁石をタイヤのトレッド部内周面に貼り付け、磁気センサをリムに取り付けてなるタイヤ作用力測定装置。

【請求項6】 前記シート状磁石を、それぞれの面に磁化をほぼ均一に分布させた均一な厚さのゴムシートで構成し、このシート状磁石を、少なくとも一枚、全体として前記直線Lを通るタイヤ子午線面に関し対称となるよう配置し、

磁気センサを、磁界のタイヤ周方向成分もしくは半径方向成分を検出する姿勢に配置してなる請求項5に記載のタイヤ作用力測定装置。

【請求項7】 前記シート状磁石を、それぞれの面に磁化をほぼ均一に分布させた均一な厚さのゴムシートで構成し、このシート状磁石を、少なくとも一枚、タイヤへの外力の非作用下で、三次元空間における対称性が全体として直線Lに関して線対称となりタイヤ幅方向には非対称となるよう配置し、

磁気センサを、磁界のタイヤ幅方向成分を検出する姿勢に配置してなる請求項5に記載のタイヤ作用力測定装置。

【請求項8】 四枚の同じ大きさの矩形状シート状磁石を、直線L上に中心を有し周方向に向いて位置する四角形のそれぞれの頂点に配置し、それぞれのシート状磁石の向きをタイヤ幅方向もしくはタイヤ周方向に平行とするとともにシート状磁石同士のタイヤ周方向およびタイヤ幅方向の離隔距離をそれぞれ100mm以下とし、この四角形の相隣接する頂点に位置するシート状磁石のタイヤ半径方向内側の面の極性を互いに逆にしてなる請求項7に記載のタイヤ作用力測定装置。

【請求項9】 二枚の同じ大きさの矩形状シート状磁石を、直線L上に中心を有

し周方向に向いて位置する四角形の対角をなす一対の頂点のそれぞれに配置し、それぞれのシート状磁石の向きをタイヤ幅方向もしくはタイヤ周方向に平行とするとともにシート状磁石同士のタイヤ周方向およびタイヤ幅方向の離隔距離をそれぞれ100mm以下とし、これらのシート状磁石のタイヤ半径方向内側の面の極性を同じとしてなる請求項7に記載のタイヤ作用力測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車両のアンチスキッドブレーキシステム（以下「ABS」という）、もしくは、トラクションコントロールシステムの制御に必要な路面摩擦係数を精度よく測定するための、タイヤに作用する力の測定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

車両に用いられるABSの性能を高めるためには、できるだけ大きい路面摩擦係数の状態で、ロック、アンロックの制御を行うことが効果的であり、この路面摩擦係数は、一定の路面状態では、車輪のスリップ率に依存するため、ABSは、最大の路面摩擦係数を与えるスリップ率の近傍でロック、アンロックを制御するように設計される。

【0003】

このことから、従来のABSでは、スリップ率を、測定した車両の速度および車輪の回転速度から計算して求め、このスリップ率が所定の範囲に入るよう制動を自動制御する方式が一般的である。

【0004】

しかしながら、スリップ率を制御して最適の路面摩擦係数を得ようとするこの方法は一定の路面では有効であるが、実際の走行においては、路面材質、天候等によりスリップ率と路面摩擦係数との関係が大きく左右され、スリップ率を所定範囲内に制御しても最適路面摩擦係数が得られないという問題があった。このため、路面がタイヤに作用する周方向および垂直方向の力を測定して、この測定した力から直接摩擦係数を求め、求めた摩擦係数が最適なものとなるよう制動を制

御するることが望ましく、このためタイヤに作用する力を直接計測する方法が提案されている（例えば、特許文献1。）。

【0005】

この従来の力の測定方法は、タイヤの一方のサイドウォール部の、同一半径上で半径方向位置の異なる二つの基準点のそれぞれに磁石を配置した磁石対を、複数対、タイヤの中心軸の周りに互いに離隔して配設するとともに、それぞれの基準点に対応する半径方向位置に、磁気センサを車両に固定して設けておき、タイヤの回転に従い相対変位するそれぞれの基準点とこれらに対応する磁気センサとが真正面に対向して位置するタイミングを、磁気センサで検出される磁束密度のピークが現れるタイミングとして捉え、このタイミングの各基準点に対する相互の時間ずれから、磁石対内の基準点の相対位置ずれ、および、磁石対間の基準点の相対位置ずれを算出し、次いでこれらの相対位置ずれをもとにタイヤの周方向および垂直方向のひずみを計算し、計算されたひずみと既知のタイヤ剛性とから周方向および垂直方向に作用する力を求めるものである。

【0006】

しかしながら、この方法は、時間のずれから、基準点間の相対ずれを計算するにあたり、常に変化する車輪の回転速度のデータを取りこんで計算する必要があり、制御が複雑になるとともに、車輪の回転速度の精度に影響されて、計算の精度が悪化するという問題があった。

【0007】

【特許文献1】

特表平10-506346号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、路面摩擦係数の高精度な測定に必要な、タイヤに作用するタイヤ半径方向の力およびタイヤ周方向の力を、簡易でかつ高精度に測定することができる測定方法およびタイヤ作用力測定装置を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明はなされたものであり、その要旨構成を以下に示す。第一の発明は、スチールコードよりなるベルトを有するタイヤの、接地面に作用する周方向の力および半径方向の力のうち少なくとも一方の力を測定する方法であって、

トレッド部の内周面に貼付けられ表裏で極性を異ならせたシート状磁石によって形成される磁界の磁束密度を、リムに固定された磁気センサで検知し、車両の走行に際して回転するタイヤの回転位置によって変化する磁束密度の変化パターンから力を求めるタイヤに作用する力の測定方法である。

【0010】

第二の発明は、第一の発明において、前記磁気センサを通りタイヤ半径方向内外に延びる直線を L としたとき、少なくとも一枚の前記シート状磁石を、タイヤへの外力の非作用下で、磁化の分布が全体として直線 L を通るタイヤ子午線面に関し対称となるように配置して、

前記磁束密度のタイヤ周方向成分の変化パターンの極大値と極小値との平均からタイヤ周方向に作用する力を求め、この変化パターンの極大値と極小値の差からタイヤ半径方向に作用する力を求めるタイヤに作用する力の測定方法である。

【0011】

ここで、「磁気センサを通る」とは、厳密には、磁気センサの磁気を検知する点を通ることを意味する。また、「タイヤ子午線面」とは、タイヤの回転軸線を通る平面を言う。

【0012】

第三の発明は、第一の発明において、前記磁気センサを通りタイヤ半径方向内外に延びる直線を L としたとき、少なくとも一枚の前記シート状磁石を、タイヤへの外力の非作用下で、磁化の分布が全体として直線 L を通るタイヤ子午線面に関し対称となるように配置して、

前記磁束密度のタイヤ半径方向成分の変化パターンの極大値もしくは極小値からタイヤ半径方向に作用する力を求めるタイヤに作用する力の測定方法である。

【0013】

第四の発明は、第一の発明において、前記磁気センサを通るタイヤ半径方向内外に延びる直線を L としたとき、少なくとも一枚の前記シート状磁石を、タイヤへの外力の非作用下で、三次元空間における磁化の分布が全体として直線 L に関して線対称となりタイヤ幅方向には非対称となるよう配置して、

前記磁束密度のタイヤ幅方向成分の変化パターンの極大値と極小値との平均からタイヤ周方向に作用する力を求め、この変化パターンの極大値と極小値の差からタイヤ半径方向に作用する力を求めるタイヤに作用する力の測定方法である。

【0014】

第五の発明は、第一～第四いずれかの発明に用いるタイヤ作用力測定装置であって、

両面に相異なる極性の磁化を分布させたそれぞれの磁極を有するシート状磁石と、シート状磁石からの磁界を検出する磁気センサとを具え、シート状磁石をタイヤのトレッド部内周面に貼り付け、磁気センサをリムに取り付けてなるタイヤ作用力測定装置である。

【0015】

第六の発明は、第五の発明において、前記シート状磁石を、それぞれの面に磁化をほぼ均一に分布させた均一な厚さのゴムシートで構成し、このシート状磁石を、少なくとも一枚、全体として前記直線 L を通るタイヤ子午線面に関し対称となるよう配置し、

磁気センサを、磁界のタイヤ周方向成分もしくは半径方向成分を検出する姿勢に配置してなるタイヤ作用力測定装置である。

【0016】

第七の発明は、第五の発明において、前記シート状磁石を、それぞれの面に磁化をほぼ均一に分布させた均一な厚さのゴムシートで構成し、このシート状磁石を、少なくとも一枚、タイヤへの外力の非作用下で、三次元空間における対称性が全体として直線 L に関して線対称となりタイヤ幅方向には非対称となるよう配置し、

磁気センサを、磁界のタイヤ幅方向成分を検出する姿勢に配置してなるタイヤ作用力測定装置である。

【0017】

第八の発明は、第七の発明において、四枚の同じ大きさの矩形状シート状磁石を、直線L上に中心を有し周方向に向いて位置する四角形のそれぞれの頂点に配置し、それぞれのシート状磁石の向きをタイヤ幅方向もしくはタイヤ周方向に平行とするとともにシート状磁石同士のタイヤ周方向およびタイヤ幅方向の離隔距離をそれぞれ100mm以下とし、この四角形の相隣接する頂点に位置するシート状磁石のタイヤ半径方向内側の面の極性を互いに逆にしてなるタイヤ作用力測定装置である。

【0018】

第九の発明は、第七の発明において、二枚の同じ大きさの矩形状シート状磁石を、直線L上に中心を有し周方向に向いて位置する四角形の対角をなす一对の頂点のそれぞれに配置し、それぞれのシート状磁石の向きをタイヤ幅方向もしくはタイヤ周方向に平行とするとともにシート状磁石同士のタイヤ周方向およびタイヤ幅方向の離隔距離をそれぞれ100mm以下とし、これらのシート状磁石のタイヤ半径方向内側の面の極性を同じとしてなるタイヤ作用力測定装置である。

【0019】

【発明の実施の形態】

本発明のタイヤ作用力の測定方法は、タイヤトレッド部上の点Pの変位のタイヤ回転下での時間変化を磁氣的検出により求め、検出された点Pの変位の時間変化からタイヤに作用する力を求めるものであり、まず、点Pの変位の時間変化からタイヤに作用する力を求める求め方についてその原理を説明する。図1は、タイヤ1のトレッド部2の内周面上のタイヤ幅方向中央にある所定の点Pの方位 ϕ における変位Dを説明するタイヤの略式正面図である。点Pの方位 ϕ とは、タイヤ回転中心Oを原点する極座標で表される点Pの位置のタイヤ周方向座標成分を、所定の基準方位、たとえば軸直上の方位 ϕ_u からの周方向角度で表したものである。そして、方位 ϕ にある点Pの変位Dとは、どこも路面と接地してない状態におけるタイヤ1において定義される、方位 ϕ にあるトレッド部の内周面中央の点Pが、タイヤ1が路面に接地してタイヤ接地面への力の作用下で点P'まで移動したとすると、点Pと点P'とのそれぞれの位置の差をベクトルで表した物理

量をいうものとする。

【0020】

まず、タイヤ1の接地面にはタイヤ半径方向の力 R だけが作用し、タイヤ1を回転させようとするタイヤ周方向の力 T は作用しない状態を考える。この場合、点 P が軸直上の方位 ϕ_u を含む方位 ϕ_1 から方位 ϕ_4 の間にあるとき、点 P は接地面からの力の影響を受けることがないのでその変位 D の大きさは0である。そして、接地面上に位置する区間、すなわち、軸直下の方位 ϕ_d を含む ϕ_2 から ϕ_3 までの間にある点 P に対しては、タイヤ接地部分が路面に押されてタイヤ回転中心に近づくとともに周方向に広がるので、点 P の変位 D のタイヤ半径方向成分 D_r は、その向きは内側に向いていて点 P が方位 ϕ_d にあるとき最大となり、一方、タイヤ周方向成分 D_θ は、方位 ϕ_d にある点 P に対してはゼロであるが他の方位にある点 P に対しては接地面を周方向外側に広げる向きの力が作用してその向きに沿った変位が生起される。さらに、タイヤ1の、接地面に隣接する非接地部分、すなわち方位 ϕ_1 から ϕ_2 までの間、および方位 ϕ_3 から ϕ_4 までの間にある点 P についても、接地面に作用する力の影響を受けて同様の変位 D が発生する。

【0021】

図2(a)、図2(b)は、横軸に方位 ϕ をとり、縦軸にはそれぞれ変位 D の周方向成分 D_θ 、半径方向成分 D_r をとって、変位のそれぞれの成分 D_θ 、 D_r と方位 ϕ との関係をグラフ化した図である。各成分の正負は次の通りとした。すなわち、半径方向成分 D_r に関しては、タイヤ回転中心に向かう向きを正とし、周方向成分 D_θ に関しては、図3において反時計回りの向きCCWを正とした。そして、以上に説明した、タイヤ1を回転させる力がゼロであると仮定した場合の変位 D を、図2(a)、図2(b)において、 T_0 で示す曲線で表した。

【0022】

ついで、 T_0 で示されるタイヤ半径方向の力 R だけの作用に加えて、タイヤ1を時計回りに回転する回転モーメントがタイヤ1に作用し路面から反時計回りのタイヤ周方向の力 T_1 がタイヤ1の接地面に作用すると、変位 D は、図2(a)、図2(b)において曲線 T_1 で表されるものとなり、これは曲線 T_0 で表され

る前述の変位に、タイヤ周方向の力 T_1 に起因して発生する接地面全体にわたる反時計回り向きの変位が加わったものとなる。そして、タイヤ周方向の力が T_1 より大きい値 T_2 の場合は、変位 D は、図 2 (a)、図 2 (b) において曲線 T_2 で表されるものとなる。このことから、タイヤの接地面に作用するタイヤ周方向の力 T は、変位 D の半径方向成分 D_r にはほとんど影響を与えないが、変位の周方向成分 D_θ を接地面全体にわたってほぼ均一に増減させ、増減の度合いはタイヤ周方向の力 T の大きさに比例することがわかった。

【0023】

以上、点 P の変位 D に対するタイヤ周方向の力 T による影響について説明したが、次に、タイヤ半径方向の力 R の影響について考察する。図 3 (a) および図 3 (b) はそれぞれ、タイヤ 1 に作用するタイヤ周方向の力 T をゼロにした状態でタイヤ半径方向の力 R を変化させたときの、点 P の変位 D の周方向成分 D_θ および半径方向成分 D_r の変化を、横軸に方位 ϕ を、縦軸に変位のそれぞれの成分 D_θ 、 D_r をとって示すものであり、図中の曲線 R_0 、 R_1 、 R_2 は、それぞれタイヤに作用するタイヤ半径方向の力 R が R_0 、 R_1 、 R_2 のときのものであり、タイヤ半径方向の力 R の大きさは、 R_0 がもっとも小さく R_2 がもっとも大きい。図 3 (a) および図 3 (b) からわかるように、タイヤ半径方向の力 R の大きさにほぼ比例して、点 P の周方向成分変位 D_θ および半径方向成分変位 D_r が変化することがわかる。

【0024】

以上のことをまとめると、方位 ϕ における変位 D の周方向成分 $D_{\theta\phi}$ と半径方向成分 $D_{r\phi}$ とは、接地面に作用するタイヤ半径方向の力 R とタイヤ周方向の力 T とを用いて式 (1)、式 (2) のように表すことができる。

$$D_{\theta\phi} = M1(\phi) \cdot R + N1(\phi) \cdot T \quad (1)$$

$$D_{r\phi} = M2(\phi) \cdot R + N2(\phi) \cdot T \quad (2)$$

【0025】

ここで、 $M1(\phi)$ 、 $N1(\phi)$ 、 $M2(\phi)$ および $N2(\phi)$ は方位 ϕ によ

って定まる比例定数である。そして、前述の説明より、半径方向の変位 D_r は、周方向力 T の影響をほとんど受けないので、 $N_2(\phi)$ はほぼゼロである。

【0026】

以上のことから、特定の二つの方位 ϕ_1 、 ϕ_2 に対するそれぞれの D_θ の値 $D_{\theta\phi_1}$ 、 $D_{\theta\phi_2}$ がわかれば、あらかじめ実験等で求めておいた $M_1(\phi_1)$ 、 $N_1(\phi_1)$ 、 $M_1(\phi_2)$ および $N_1(\phi_2)$ を用いてタイヤ半径方向の力 R とタイヤ周方向の力 T とをそれぞれ式 (3) と式 (4) とに基づいて逆算することができ、また、特定の方位 ϕ_3 に対する D_r の値 $D_{r\phi_3}$ がわかれば、タイヤ半径方向の力 R を、あらかじめ実験等で求めておいた $M_2(\phi_3)$ を用いて式 (5) に基づき逆算することができる。

$$R = (N_1(\phi_2) \cdot D_{\theta\phi_1} - N_1(\phi_1) \cdot D_{\theta\phi_2}) / MM \quad (3)$$

$$T = (M_1(\phi_1) \cdot D_{\theta\phi_2} - M_1(\phi_2) \cdot D_{\theta\phi_1}) / MM \quad (4)$$

$$R = D_{r\phi_3} / M_2(\phi_3) \quad (5)$$

ただし、

$$MM = (M_1(\phi_1) \cdot N_1(\phi_2) - M_1(\phi_2) \cdot N_1(\phi_1)) \quad (6)$$

【0027】

以上の通り、所定の方位 ϕ における変位 D_θ もしくは D_r がわかれば、タイヤに作用するタイヤ半径方向の力 R やタイヤ周方向の力 T を求めることができるが、本発明は、これらの変位 D_θ もしくは D_r を磁気的に計測することによって力 R もしくは T を求める測定方法および測定装置であり、その実施形態を次に示す。

【0028】

まず、第一の実施形態について図4～図10に基づいて説明する。図4は、タイヤ1をタイヤ子午線面における断面で示す断面図であり、図5は、図4の矢視V-Vに対応する断面図である。このタイヤ1のトレッド部2には、スチールコードを配列した二層のベルト層よりなるスチールベルト3は設けられ、トレッド部2のタイヤ半径方向内側の面すなわちタイヤ内周面2aのタイヤ幅方向中央には

、一枚の矩形のシート状磁石 4 が貼り付けられ、一方、リム 6 のリムウェル部 6 A のタイヤ半径方向外側表面の幅方向中央には、磁気センサ 8 が固定される。シート状磁石 4 は、矩形の一辺をタイヤ周方向に延在させるとともに、タイヤ 1 への外力の非作用下において、磁気センサ 8 を通りタイヤ半径方向内外に延びる直線 L 上に矩形の中心が位置するよう配置され、シート状磁石 4 と磁気センサ 8 とでタイヤ作用力測定装置 10 を構成する。

【0029】

前記磁気センサ 8 は、磁石 4 から放射される磁界のタイヤ半径方向成分 H_r を検出するセンサ 8 A、周方向成分 H_θ を検出するセンサ 8 B よりなっている。そして、リム 6 には、中継線 21 およびコネクタ 22 を介して磁気センサ 8 から入力した信号を処理しこれを車体側に設けられた受信装置に送信する送信装置 7 が取り付けられている。

【0030】

シート状磁石 4 は、表裏で極性を異ならせて構成され、図示の例においては、磁石 4 のタイヤ半径方向内側の面すなわち非貼着面には N 極 4 N、タイヤ半径方向外側の面すなわち貼着面には S 極 4 S を配設して構成され、そして、この磁石 4 は、均一な厚さに形成されるとともに、N 極、S 極の磁化はそれぞれの面全体にわたって均一に分布される。

【0031】

図 6 (a) は、トレッド部 2 の内周面 2 a に貼り付けられたシート状磁石 4 から放射される磁力線の分布を示す模式図であり、それぞれの面の全体にわたって均一に磁化が分布された磁石 4 の磁力線の形は、もしスチールベルト 3 がなければ図の破線で示すように、磁石面を対称面とする面对称に形成させる。しかし、実際には、磁石 4 が貼り付けられた内周面 2 a のすぐ近くにはスチールベルト 3 が配設されているので、トレッド部 2 の内部を通る磁力線は透磁率の高いスチールコード内を通り、その結果、磁力線は、タイヤの内周面 2 a の磁石 4 の周辺領域に S 極が形成されたのと同様な分布をなす。そして、その磁界の強度は、例えば、N 極の面の中心の直上の点において、スチールベルトがないときに対比して同等もしくはそれ以上のものとなる。

【0032】

一方、直線Lを通るタイヤ子午線面に関して対称となる磁力線を分布させる磁石の他の構成配置として、面内で磁化の極性を異ならせて分布させたものが考えられ、図6(b)に示す磁石4xは、タイヤ周方向中央部にN極が、周方向両端部にはS極の磁化が分布されていて、これは周方向に対称な磁力線分布を有する。なお、図6(b)において、Cはタイヤ周方向を表す。この磁石4xは、スチールベルト3の存在しないトレッド部2の内周面2aに貼り付けられたときは、図6(b)中の破線で示すように、その表裏で対称となる磁力線分布を形成するが、スチールベルト3の存在しないトレッド部2の内周面2aに貼り付けられたときは、トレッド部2がスチールベルト3を有するものである場合には、磁力線のほとんどはスチールコードの中を通過しタイヤ1の外部に分布される磁力線は大幅に減じられてしまう。

【0033】

そして、磁気センサ8で、この磁石4xからの弱い外部磁界を感度よく検知させるためには磁石4xを大きくする必要がある、その結果、不要なアンバランスをタイヤに与え、例えば車の乗心地のようなタイヤ本来の性能を損ねてしまう可能性がある。これに対比して、表裏で極性を異ならせた磁石4においては、スチールコードを通過する磁力線は必ずタイヤ1の外部にも分布されるので、磁気センサ8の検知位置における磁界はスチールコードの存在によって減じることがなく、軽量の磁石で所期の目的を達成することができ、タイヤの乗り心地等の性能に悪影響を及ぼすことがない。

【0034】

タイヤ1の接地面に力が作用して、磁石4が貼り付けられた点Pに前述の変位Dが生じたとき、リム6に固定された磁気センサ8A、8Bと磁極4Nとの相対位置も変位Dだけ変化し、その結果、磁石4によって形成された磁界の、磁気センサ8A、8Bが検出するタイヤ周方向成分 H_θ 、タイヤ半径方向成分 H_r も変化する。

【0035】

点Pの変位Dがゼロのとき、磁気センサ8A、8Bの位置において、磁力線は

半径方向に向いているので、 H_θ はゼロであり、また、その H_r は所定の値 H_{r0} となっていて、点Pの変位後の磁束密度のタイヤ周方向成分およびタイヤ半径方向成分 H_θ 、 H_r の、変位前のそれらに対する変化を、それぞれ ΔH_θ および ΔH_r とすると、

$$\Delta H_\theta = H_\theta = A_1 \cdot D_\theta + B_1 \cdot D_r \quad (7)$$

$$\Delta H_r = H_r - H_{r0} = A_2 \cdot D_\theta + B_2 \cdot D_r \quad (8)$$

と表すことができ、 A_1 、 B_1 、 A_2 および B_2 は変位が大きくないので定数として近似することができる。

【0036】

ここで、磁気センサ8A、8Bは直線L上に磁極4Nの真正面に対向して設けられているので、磁極4Nが直線Lに沿って磁力センサ8A、8Bに対して接近もしくは離隔する変位、すなわち D_θ がゼロの変位に対しては磁束密度の周方向成分 H_θ はほとんど影響をうけることはなく、また、磁極4Nが同一半径の円周上を周方向に移動する変位、すなわち、 D_r がゼロの変位に対しては、磁気センサ8A、8Bの位置での磁束密度の半径方向成分 H_r はほとんど影響をうけることはないので、上記式において A_2 および B_1 をゼロと近似することができ、それぞれ式(9)、式(10)のように表すことができる。

$$\Delta H_\theta = A_1 \cdot D_\theta \quad (9)$$

$$\Delta H_r = B_2 \cdot D_r \quad (10)$$

【0037】

式(9)、式(10)からわかるように、 ΔH_θ は D_θ に比例し、 ΔH_r は D_r に比例するので、図2、図3から、 ΔH_θ および ΔH_r のそれぞれの、半径方向の力Rおよび周方向の力Tに対する依存性を表すグラフは、図7および図8に示すものとなる。図7(a)、図7(b)は、磁束密度の周方向成分の変化 ΔH_θ の、それぞれ、周方向の力Tをゼロとしたときの半径方向の力Rに対する依存

性、および、半径方向の力 R を一定値 R_0 にしたときの周方向の力 T に対する依存性を表すグラフであり、図 8 (a)、図 8 (b) は、磁束密度の半径方向成分の変化 ΔH_r の、それぞれ、周方向の力 T をゼロとしたときの半径方向の力 R に対する依存性、および、半径方向の力 R を一定値 R_0 にしたときの周方向の力 T に対する依存性を表すグラフである。

【0038】

さて、この式 (9)、式 (10) を、式 (3) ~ (5) に代入すると、式 (11) ~ (14) を得ることができ、異なる二つの方位 ϕ_1 、 ϕ_2 に対して得られた磁束密度の周方向成分の変化 $\Delta H_{\theta \phi_1}$ および $\Delta H_{\theta \phi_2}$ から、タイヤ半径方向の力 R およびタイヤ周方向の力 T を求めることができ、一方、所定の方位 ϕ_3 に対して得られた磁束密度の半径方向成分の変化 $\Delta H_r \phi_3$ からタイヤ半径方向の力 R を求めることが可能なことがわかる。

$$R = (N_1(\phi_2) \cdot \Delta H_{\theta \phi_1} - N_1(\phi_1) \cdot \Delta H_{\theta \phi_2}) / NN \quad (11)$$

$$T = (M_1(\phi_1) \cdot \Delta H_{\theta \phi_2} - M_1(\phi_2) \cdot \Delta H_{\theta \phi_1}) / NN \quad (12)$$

$$R = \Delta H_r \phi_3 / (B_2 \cdot M_2(\phi_3)) \quad (13)$$

ただし、

$$NN = A_1 \cdot MM \quad (14)$$

【0039】

以上の通り、磁気センサ 8A もしくは 8B でそれぞれ検出した周方向もしくは半径方向の磁束密度の変化からタイヤ 1 に作用するタイヤ半径方向の力 R および／もしくはタイヤ周方向の力 T を求める方法についてその原理を一般化して説明したが、ここで、前記特定の方位 ϕ として用いた ϕ_1 、 ϕ_2 および ϕ_3 をそれぞれ、磁気密度の周方向変化の極大値に対応する方位 ϕ_{max} 、磁気密度の周方向変化の極小値に対応する方位 ϕ_{min} 、および、磁気密度の半径方向変化の極大値に対応する方位 ϕ_{max1} とすると、容易にこれらの磁気密度成分 $\Delta H_{\theta \phi_{max}}$ 、 $\Delta H_{\theta \phi_{min}}$ 、 $\Delta H_r \phi_{max1}$ の値を測定することができる。すなわち、これらの方位 ϕ_{max} 、 ϕ_{min} 、 ϕ_{max1} そのものを計測して特定しなくても、磁

束密度の各成分の変化のピーク値としてピークの値をホールドすることにより $\Delta H_{\theta \phi \max}$ 、 $\Delta H_{\theta \phi \min}$ 、 $\Delta H_{r \phi \max}$ を特定することができるからである。

【0040】

さて、このようにして、 $\phi 1 \sim \phi 3$ を設定したとき、図 2 (a) より明らかなように、タイヤ周方向の力 T がゼロのとき、変位 D の周方向成分 D_{θ} は、タイヤ周方向接地中心に対して対象な変位分布となるので、式 (15) が成立し、また、タイヤ周方向の力 T が作用したとき、タイヤ周方向の接地中心に関し対象な方位にある ϕ_{\max} と ϕ_{\min} における変位 D の周方向成分 D_{θ} は同じ量だけ同じ方向のタイヤ周方向変位が加わったものとなるので、式 (16) が成立する。

$$M1(\phi_{\max}) = -M1(\phi_{\min}) \quad (15)$$

$$N1(\phi_{\max}) = N1(\phi_{\min}) \quad (16)$$

【0041】

そして、式 (15)、式 (16) を、式 (11)、式 (12) 代入して、式 (17)、式 (18) を得ることができ、これらの式によると、

$$R = (\Delta H_{\theta \phi \max} - \Delta H_{\theta \phi \min}) / AA \quad (17)$$

$$T = (\Delta H_{\theta \phi \max} + \Delta H_{\theta \phi \min}) / AA \quad (18)$$

ただし

$$AA = 2 \cdot A1 \cdot M1(\phi_{\max}) \cdot N1(\phi_{\max}) \quad (19)$$

【0042】

以上説明した通り、タイヤ 1 を一回転したとき、リム 6 に固定された磁気センサ 8 A、8 B で検出される磁束密度の変化からタイヤに作用するタイヤ半径方向の力 R とタイヤ周方向の力 T とを求める方法の原理について説明したが、これらの磁気センサ 8 A、8 B で実際に検出された磁束密度の時間変化から ABS で用いられる路面摩擦係数を得るシステムについて図 9 に例示する。

【0043】

図9は、本実施形態の、タイヤに作用する力の測定方法に基づいて力を測定し、ABSに力の測定値をリアルタイムに出力する力測定システム19の構成例を示すシステム構成図である。力測定システム10は、車両5の各車輪のリム6に設けられた送信装置7と車両5の車体側に設けられた受信装置12とを具え、各送信装置7は、一对の磁気センサ8から磁束密度の検出値を所定サンプリングタイムで取り込み、それぞれの磁束密度の変化の極大値、極小値を計算する送信側CPU9、および、計算された極大値、極小値を送信側CPU9から受け取りこれを受信装置12に送信する送信アンテナ11を有し、また、受信装置12は、送信アンテナ11からの信号を受信する受信アンテナ13と磁束密度変化の極大値、極小値を基に前述の原理に則ってタイヤに作用する力を計算し計算結果をABS15に出力する受信側CPU14とを有して構成されている。

【0044】

一对の磁気センサ8で検出されるそれぞれの成分の磁束密度変化から極大値、極小値を求める方法について以下に示す。図10(a)は、車両が走行中に、磁気センサ8Aで検出された磁束密度の周方向成分の時間変化 ΔH_{θ} を示し、同様に、図10(b)は磁気センサ8Bで検出される磁束密度の半径方向の変化 ΔH_r を示す。磁気センサ8が接地面から離れた位置にあるとき ΔH_{θ} はゼロであるが、磁気センサ8が接地面もしくはその近傍の領域内を通過する間、図7～図8に示すところから、磁束密度の周方向成分 ΔH_{θ} はパターンKとなって現れる。そしてこのパターンKにおいて、 ΔH_{θ} はゼロからスタートして、時間tの経過とともに、極小値 $\Delta H_{\theta} \phi_{\min}(1)$ を取ったあと極大値 $\Delta H_{\theta} \phi_{\max}(1)$ を取る。パターンKのなかで極大値が二カ所現れる場合もあるが、極小値 $\Delta H_{\theta} \phi_{\min}(1)$ のあとに現れる極大値は一カ所でありこれを $\Delta H_{\theta} \phi_{\max}(1)$ とする。そして、タイヤ一回転ごとに順次現れる $\Delta H_{\theta} \phi_{\min}(2)$ と $\Delta H_{\theta} \phi_{\max}(2)$ との対、 $\Delta H_{\theta} \phi_{\min}(3)$ と $\Delta H_{\theta} \phi_{\max}(3)$ との対から、それぞれのタイヤ一回転の間にタイヤに作用する力を前述の原理に基づいて求めることができる。

【0045】

なお、 $\Delta H_{\theta} \phi_{\max}$ 、 $\Delta H_{\theta} \phi_{\min}$ を特定するには、所定のサンプリングタイムで ΔH_{θ} の値を取り込み、取り込んだ値を直前に取り込んだ値と比較することに

より極大、極小の変曲点としてこれらの値を特定することができる。しかも、本発明のこの実施形態においては、これら極大値、極小値を車速に関係なく特定することができる点が重要である。すなわち、タイヤ一回転に要する時間がT1であっても、T2であってもその周期を計測することなく $\Delta H_{\theta \phi \max}$ 、 $\Delta H_{\theta \phi \min}$ を特定する事ができるので、車輪回転速度を計測する必要もなくまた、車輪回転速度を力の計算処理に用いることもなくシステムを簡易にしかも精度よく構成することができる。同様にして、図10(b)に示す磁束密度の半径方向成分の極大値 $\Delta H_{r \phi \max 1}(1)$ 、 $\Delta H_{r \phi \max 1}(2)$ 、 $\Delta H_{r \phi \max 1}(3)$ をタイヤ一回転ごとに求めることができる。

【0046】

ここで、タイヤ半径方向内外に延びる一つの直線上に配置された磁石4と磁気センサ8との対は、タイヤ1に一对としたがこれを、互いに磁力の干渉が起きない範囲において周上に二カ所以上設けてもよく、このことにより測定周期を縮め、より精度の高い力の測定を可能にすることができる。

【0047】

ここで、タイヤ1に貼り付けるシート状磁石4は、フェライトや、サマリウムコバルトあるいは鉄ネオジウムボロン等の希土類磁性体の磁性粉をゴムもしくは樹脂に混合分散してできた可撓性を有するものが好ましく、このことにより、磁石4をタイヤの変形に変形に追従して変形させることができ、磁石4の破壊やタイヤ1からの剥離を防止するとともに、走行中の車両による振動や衝撃による破壊も防止することができる。

【0048】

また、磁気センサ8A、8Bとしては、磁石4から離れた位置にあっても磁界の磁束密度を良好な感度で検出することのできるMIセンサもしくはMRセンサを用いるのがよい。また、磁気センサ8A、8Bのうち、タイヤ周方向の成分を検出する8Aだけでタイヤ半径方向の力Rとタイヤ周方向の力Tとを同時に測定することができるので、タイヤ半径方向力Rの検知のためだけに用いる磁気センサ8bは設けなくてもよいが、磁気センサ8aと併用して磁気センサ8aの測定結果をチェックする用途に供することができる。

【0049】

次に、第二の実施形態について、図11～図16に基づいて説明する。図11は、タイヤ1をタイヤ子午線面における断面で示す断面図であり、図12は、磁石体24の配置を示す斜視図である。タイヤ1のトレッド部2のタイヤ半径方向内側の表面には、四枚のシート状磁石25a、25b、25c、25dよりなる磁石体24が貼り付けられ、磁石体24に対向するリム6のリムウェル部6Aには、磁気センサ28が取り付けられ、磁石体24と磁気センサ28とでタイヤ作用力測定装置20を構成する。

【0050】

磁気センサ28は、タイヤ幅方向の磁束密度 H_z を検出する姿勢でリムウェル部6Aのタイヤ赤道面上の位置に取り付けられ、また、リム6には、中継線21およびコネクタ22を介して磁気センサ8から入力した信号を処理しこれを車体側に設けられた受信装置に送信する送信装置7が取り付けられている。

【0051】

シート状磁石25a、25b、25c、25dは、それぞれ、同一の大きさの矩形状をなし、全面にわたってほぼ均一な厚さを有するとともにそれぞれの面に磁化をほぼ均一に分布させたゴムシートで構成される。そして、磁気センサ28を通りタイヤ半径方向内外に延在する直線をL1としたとき、タイヤへの外力の非作用下で、これらの磁石25a～dは、直線L1上に中心を有し周方向に向いて位置する四角形Rのそれぞれの頂点に中心を置き、いずれかの一边をタイヤ周方向に平行に向けて配置される。

【0052】

そして、四角形Rの相隣接する頂点に位置する磁石のタイヤ半径方向内側の面すなわち非貼着面における磁極の極性は互いに逆になるよう構成され、図12に示す例においては、対角に位置する磁石25aおよび25dのタイヤ半径方向内側の極性はN極、これらとは異なる組の対角に位置する磁石25bおよび25cのタイヤ半径方向内側の極性はS極に磁化される。そして、このようなシート状磁石25a～dよりなる磁石体24は、全体として、直線L1に関して線対称となりタイヤ幅方向には非対称となる三次元対称性を具える。

【0053】

図13は、以上のように構成された磁石体24からの磁力線の分布を示す模式図であり、図13(a)は、図12の矢視a-aに対応する断面における磁力線、図13(b)は、図12の矢視b-bに対応する断面における磁力線の分布を示す。タイヤ幅方向に並ぶ磁石25aおよび25bの間に放射される磁力線と、同様にタイヤ幅方向に並ぶ磁石25cおよび25dの間に放射される磁力線とは、互いにタイヤ幅方向に反対に向くとともに、タイヤ外部における分布はスチールベルト3の影響を受けることなく分布される。

【0054】

図14は、磁石25a、25b、25c、25dによって形成される磁界の、磁気センサ28と同じタイヤ半径方向高さの赤道上的の磁力線のタイヤ幅方向成分Fをタイヤ回転中心側から見て示す略線展開図である。図において、点Mは磁気センサ28の磁気検出位置を表わし、磁石25A、25Bが貼り付けられたトレッド部2上の点の変位Dがゼロの時には、図14において、磁石25a、25b、25c、25dよりなる磁石体24の対称中心がMと一致することとなる。

【0055】

磁力線の向きをN極からS極に向かうものとする、図14において、磁石25a、25b間の半径方向内側では磁力線は左向きになるのに対して、磁石25c、25d間の半径方向内側では磁力線は右向きとなり、磁石体24の周方向の中間位置で磁力線の向きは反転することとなる。すなわち、磁気センサ28が貼り付けられたトレッド部2上の点の変位Dがゼロである場合には、磁気センサ28の検出位置Mでは磁力線の幅方向成分H_zはゼロとなる。

【0056】

ここで、磁石体24が貼り付けられたトレッド部2上の点にタイヤ周方向の変位D_θが生じると磁石体24によって形成される磁界と磁気センサ28の位置Mが相対的に周方向にずれることになり、図14において、点Mは、磁力線Fに対して上下に相対移動するので、磁気センサ28には、磁束密度の幅方向成分H_zが検出されることになる。そして、通常の起こりうる変位の範囲においては、タイヤ周方向の変位量D_θと、磁束密度のタイヤ幅方向成分H_zの、D_θがゼロの

ときの値に対する変化 ΔH_z とはほぼ比例し、式(20)が成立する。ここで、 A_3 は比例定数であり、また、変位が0のときの H_z はゼロであるので、 ΔH_z はそのまま H_z を表わしている。

$$\Delta H_z = A_3 \cdot D\theta \quad (20)$$

【0057】

第一の実施形態と同様、図2、図3から、 ΔH_z の、半径方向の力 R および周方向の力 T に対する依存性を表すグラフは、図15に示すものとなる。図15(a)、図15(b)はそれぞれ、磁束密度の周方向成分の変化 ΔH_z の、周方向の力 T をゼロとしたときの半径方向の力 R に対する依存性、および、半径方向の力 R を一定値 R_0 にしたときの周方向の力 T に対する依存性を表すグラフである。

【0058】

そして、検出された H_z から半径方向の力 R および周方向の力 T を求めるには、第一の実施形態についての説明に用いた式(17)～(18)を導いたときと同様にして導かれる式(21)～(23)に、検出された ΔH_z の二つの値、すなわち、極大値 $\Delta H_z \phi_{\max}$ と極小値 $\Delta H_z \phi_{\min}$ とを代入して求めることができる。

$$R = (\Delta H_z \phi_{\max} - \Delta H_z \phi_{\min}) / AA \quad (21)$$

$$T = (\Delta H_z \phi_{\max} + \Delta H_z \phi_{\min}) / AA \quad (22)$$

ただし

$$AA = 2 \cdot A_3 \cdot M1(\phi_{\max}) \cdot N1(\phi_{\max}) \quad (23)$$

なお、 $M1(\phi_{\max})$ 、 $N1(\phi_{\max})$ は、極大値 $\Delta H_z \phi_{\max}$ を与える方位 ϕ_{\max} での、式(1)によって求まる値である。

【0059】

ここで、第二の実施形態のタイヤに作用する力の測定方法に基づいて実際に力

を測定し、この力の測定値をABSにリアルタイムに出力する力測定システムの構成、および、磁気センサ28で検出されるタイヤ幅方向成分の磁束密度変化 ΔH_z から極大値 $\Delta H_z \phi_{\max}$ と極小値 $\Delta H_z \phi_{\min}$ とを求める方法については、第一の実施形態と同様であるので詳細の説明を省略する。

【0060】

図16は、磁気センサ28で検出される磁束密度の時間変化を横軸に時間をとって示すグラフである。一般的に、このような磁気測定においては、実際には、地磁気の影響が測定結果に現れ、この影響が大きい場合にはこれを取り除く方法が必要となる。地磁気の方法はタイヤ1の回転とは関係なく一定方向を向いているが、リム6に固定された磁気センサ8、28はタイヤ1の回転とともに回転するので、第一の実施形態のように、磁気の測定方向をタイヤ幅方向以外の方向とした場合には、地磁気による一次調和関数の波形が現れる。したがって、第一の実施形態の磁気センサ8で測定される波形は磁石4が形成する磁界による図10に示す波形と、地磁気による一次調和関数の波形とを重畳したものとなり特定したい磁石4による磁界の極大値、極小値の他に地磁気による極大値、極小値が現れてしまうので前述の方法による極大値、極小値の特定に問題が生じてしまう。

【0061】

しかしながら、第二の実施形態の測定方法においては、タイヤの幅方向の磁束密度、すなわち、タイヤ回転軸に平行な方向の磁束密度を測定しているので、地面に対する測定方向は、タイヤの回転に伴って磁気センサ28がどの位置にこようとも変化することはない、したがって、地磁気はタイヤの回転にかかわらず一定であり、地磁気による極大値、極小値が現れることがない。よって、所期した磁石体24の磁界のタイヤ幅方向成分の極大値、極小値の特定を前述の方法に従って行うことができる。

【0062】

なお、特定された極大値と極小値とからタイヤに作用する力を求めるに際して、測定する地域による地磁気の変化の影響を取り除く必要がある場合には、実際に地磁気を測定したり、あるいは、地域によって予め知ることのできる地磁気値を用いたりして、測定値を補正することにより、地磁気に影響されないタイヤ

に作用する力を求めることができる。

【0063】

次に、第二の実施形態の変形例として、磁石体24の代わりに磁石体34を用いたものについて、図17～図20に基づいて説明する。図17は、タイヤ1をタイヤ子午線面における断面で示す断面図であり、図18は、磁石体34の配置を示す斜視図である。タイヤ1のトレッド部2のタイヤ半径方向内側の表面には、二枚のシート状磁石35a、35bよりなる磁石体34が貼り付けられ、磁石体24に対向するリム6のリムウェル部6Aには、磁気センサ28が取り付けられ、磁石体34と磁気センサ28とでタイヤ作用力測定装置30を構成する。

【0064】

磁気センサ28は、第二の実施形態と同様、タイヤ幅方向の磁束密度 H_z を検出する姿勢でリムウェル部6Aにタイヤ赤道面上に位置して取り付けられ、また、リム6には、中継線21およびコネクタ22を介して磁気センサ8から入力した信号を処理しこれを車体側に設けられた受信装置に送信する送信装置7が取り付けられている。

【0065】

シート状磁石35a、35bは、それぞれ、同一の大きさの矩形状をなし、全面にわたってほぼ均一な厚さを有するとともにそれぞれの面に磁化をほぼ均一に分布させたゴムシートで構成される。そして、磁気センサ28を通りタイヤ半径方向に延在する直線を L_1 としたとき、タイヤへの外力の非作用下で、これらの磁石35a、35bは、直線 L_1 上に中心を有し周方向に向いて位置する四角形Rの対角する一対の頂点のそれぞれに中心を置き、いずれかの一辺をタイヤ周方向に平行に向けて配置される。

【0066】

そして、これらの磁石35a、35bのタイヤ半径方向内側の面すなわち非貼着面における磁極の極性は同一に構成され、図18に示す例においては、磁石35a、35bのタイヤ半径方向内側の極性はS極に磁化される。そして、このようなシート状磁石35a、35bよりなる磁石体34は、全体として、直線 L_1 に関して線対称となりタイヤ幅方向には非対称となる三次元対称性を具える。

【0067】

図19は、以上のように構成された磁石体34からの磁力線の分布を示す模式図であり、図19(a)は、図18の矢視a-aに対応する断面における磁力線、図19(b)は、図18の矢視b-bに対応する断面における磁力線の分布を示す。また、図20は、磁石体34によって形成される磁界の、磁気センサ28と同じタイヤ半径方向高さの赤道上で磁力線のタイヤ幅方向成分Fをタイヤ回転中心側から見て示す略線展開図である。磁石35a、35bのタイヤ半径方向外側の面すなわち貼着面側の磁極は図19の場合はN極であるが、これらのN極から磁石35a、35bのタイヤ半径方向外側の面すなわち貼着面側のS極に向かう磁力線はスチーベルト3を通過して、磁石35aおよび35bの赤道面Eを挟んだタイヤ幅方向反対側の位置でタイヤ内周面2aを横切りそれぞれのS極に向かうよう分布される。図19に示す磁力線分布を前述の図13の磁力線分布と比較すれば明らかなようにこれらはほぼ同じ磁力線分布を示し、このことは、二枚の磁石35a、35bよりなる磁石体34も、四枚の磁石25a、25b、25c、25dよりなる磁石体24と同じ磁界を形成することを意味する。

【0068】

そして、図20において、磁石25A、25Bが貼り付けられたトレッド部2上の点の変位Dがゼロの時、磁石体34の対称中心が磁気センサ28の磁気検出位置Mと一致する。磁力線の向きをN極からS極に向かうものとする、磁石35aに対応する周方向位置の赤道上では磁力線は左向きになるのに対して、磁石35bに対応する周方向位置の赤道上では磁力線は右向きとなり、磁石体34の周方向の中間位置で磁力線の向きは反転することとなる。すなわち、磁気センサ28が貼り付けられたトレッド部2上の点の変位Dがゼロである場合には、磁気センサ28の検出位置Mでは磁力線の幅方向成分H_zはゼロとなることは、第二実施形態の磁石体24を用いた場合と全く同じであり、このことは、第二の実施形態について説明した方法によりタイヤ周方向の力Tおよびタイヤ半径方向の力Rを測定することができることを意味しており、この変形例についての詳細の説明は省略する。

【0069】

【発明の効果】

以上述べたところから明らかなように、第一の発明に係るタイヤに作用する力の測定方法によれば、タイヤ1のトレッド部2に固定された磁石4もしくは磁石体24により形成された磁界を、リム6に固定された磁気センサ8、28で検知し、タイヤの回転に際して変化する磁束密度の変化パターンから力を求めるので、路面摩擦係数を算出するのに必要な、トレッド部に作用するタイヤ周方向の力Tと半径方向の力Rとを簡易にしかも高精度に正確に測定することができ、よって、ABSにおける精度の高い路面摩擦係数の推定を可能にすることができる。しかも、本発明は、磁石4もしくは磁石体24として、表裏で異なる極性に磁化されたシート状磁石を用いるので、タイヤ1がスチールベルト3を具えていても、このことによってタイヤ外部に形成する磁界を弱められることがなく、軽量の磁石で磁気センサ8、28で検知するに十分な磁界が形成することができ、タイヤのバランスへの影響を最小に抑制することができる。

【0070】

第二の発明に係るタイヤに作用する力の測定方法によれば、タイヤ周方向成分の変化パターンの極大値と極小値との平均からタイヤ周方向に作用する力を求め、極大値と極小値の差からタイヤ半径方向に作用する力を求めるので、タイヤの回転速度に関係なく極大値と極小値を特定することができ、よって、タイヤの回転速度を測定する必要がなく簡易で精度の高い測定システムを構成することができる。

【0071】

第三の発明に係るタイヤに作用する力の測定方法も同様に、前記磁束密度のタイヤ半径方向成分の変化パターンの極大値もしくは極小値からタイヤ半径方向に作用する力を求めるので、タイヤの回転速度を測定する必要がなく簡易で精度の高い力測定システムを構成することができる。

【0072】

第四の発明に係るタイヤに作用する力の測定方法も同様に、前記磁束密度のタイヤ幅方向成分の変化パターンの極大値と極小値との平均からタイヤ周方向に作用する力を求め、極大値と極小値の差からタイヤ半径方向に作用する力を求める

ので、タイヤの回転速度を測定する必要がなく簡易で精度の高い力測定システムを構成することができる。さらに、第四の発明においては、磁気センサは、タイヤの幅方向の磁束密度を測定するので、タイヤの回転に伴って地磁気の幅方向成分が変化することはなく磁石によって形成される磁束密度の極大値と極小値の特定に影響をあたえることがなく、好ましい。

【0073】

第五の発明に係るタイヤ作用力測定装置によれば、両面に相異なる極性の磁化を分布させたそれぞれの磁極よりなるシート状磁石を具えるので、軽量の磁石で、磁気センサで検知するに十分な磁界を発生することができ、タイヤのバランスへの影響を抑制することができる。

【0074】

第六の発明に係るタイヤ作用力測定装置によれば、シート状磁石が一枚だけでも磁気センサで検知するに十分な磁界を形成することができ、磁石をさらに軽量化することができる。

【0075】

第七の発明に係るタイヤ作用力測定装置によれば、磁気センサはタイヤ幅方向の磁界を検知するよう配置されるので、タイヤの回転位置に拘らず地磁気の影響を一定とすることができ、このことにより、測定を簡易に行わせることができる。

【0076】

第八の発明に係るタイヤ作用力測定装置によれば、四枚のシート状磁石で磁石体を構成したのでそれぞれの磁石の厚さを薄くすることができる。

【0077】

第九の発明に係るタイヤ作用力測定装置によれば、四枚のシート状磁石で磁石体を構成したので磁石体全体の重量をさらに軽くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 トレッド部上の点とこの点の方位を示すタイヤの正面図である。

【図2】 トレッド部上の点の変位の周方向成分および半径方向成分と、方位 ϕ との関係を表すグラフである。

【図 3】 トレッド部上の点の変位の周方向成分および半径方向成分と、方位 ϕ との関係を表すグラフである。

【図 4】 本発明に係る第一の実施形態のタイヤに作用する力の測定方法に用いるタイヤの断面図である。

【図 5】 図 4 の V-V 断面を示すタイヤの断面図である。

【図 6】 磁石からの磁力線の分布を示す模式図である。

【図 7】 磁束密度の周方向成分の変化と方位 ϕ との関係を示すグラフである。

【図 8】 磁束密度の半径方向成分の変化と方位 ϕ との関係を示すグラフである。

。

【図 9】 実施形態のタイヤに作用する力の測定方法を用いて力を測定する力測定システムの構成を示すシステム構成図である。

【図 10】 磁気センサで検出される磁束密度の周方向成分および半径方向成分の時間変化を表すグラフである。

【図 11】 本発明に係る第二の実施形態のタイヤに作用する力の測定方法に用いるタイヤの断面図である。

【図 12】 磁石の配置を示すタイヤの斜視図である。

【図 13】 磁石体からの磁力線の分布を示す模式図である。

【図 14】 磁気センサと同じタイヤ半径方向高さの赤道上での磁力線のタイヤ幅方向成分を示す略線展開図である。

【図 15】 磁束密度の周方向成分の変化と方位 ϕ との関係を示すグラフである。

。

【図 16】 磁束密度の半径方向成分の変化と方位 ϕ との関係を示すグラフである。

【図 17】 第二の実施形態の変形例としてのタイヤ作用力測定装置の断面図である。

【図 18】 磁石の配置を示すタイヤの斜視図である。

【図 19】 磁石体からの磁力線の分布を示す模式図である。

【図 20】 磁気センサと同じタイヤ半径方向高さの赤道上での磁力線のタイヤ幅方向成分を示す略線展開図である。

【符号の説明】

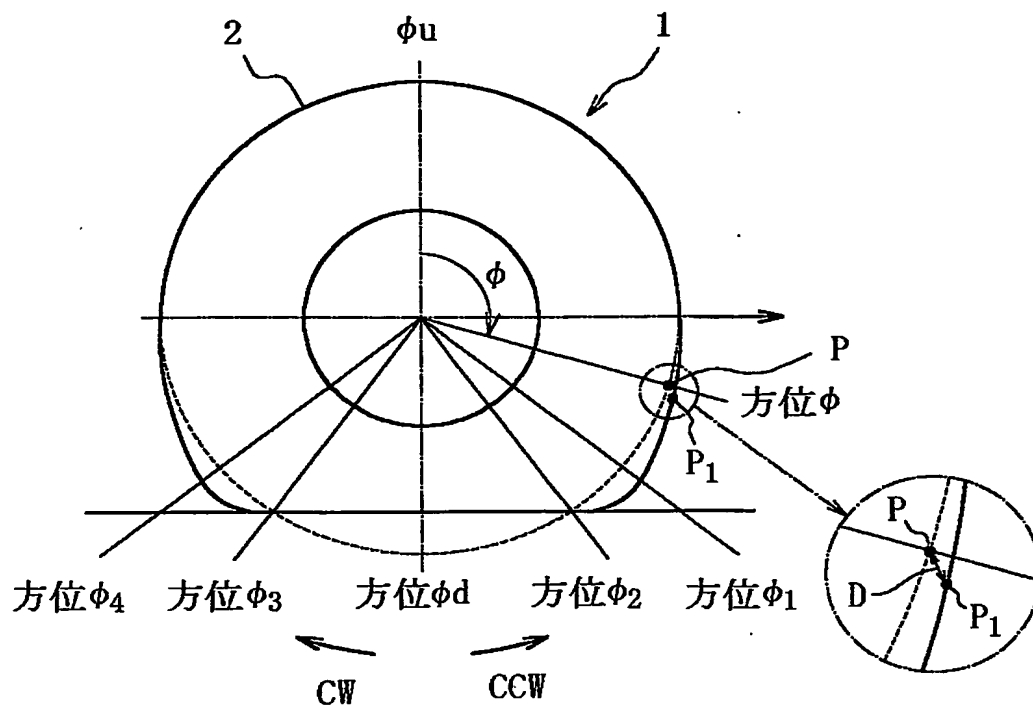
- 1 タイヤ
- 2 トレッド部
- 3 スチールベルト
- 4 シート状磁石
- 4 N、4 S 磁極
- 5 車両
- 6 リム
- 6 A リムウエル部
- 7 送信装置
- 8 磁気センサ
- 8 A 周方向成分検出用磁気センサ
- 8 B 半径方向成分検出用磁気センサ
- 9 送信側 CPU
- 10 タイヤ作用力測定装置
- 11 送信アンテナ
- 12 受信装置
- 13 受信アンテナ
- 14 受信側 CPU
- 18 ABS
- 19 力測定システム
- 20 タイヤ作用力測定装置
- 21 中継線
- 22 コネクタ
- 24 磁石体
- 25 a、25 b、25 c、25 d シート状磁石
- 28 磁気センサ
- 30 タイヤ作用力測定装置
- 34 磁石体

35a、35b シート状磁石

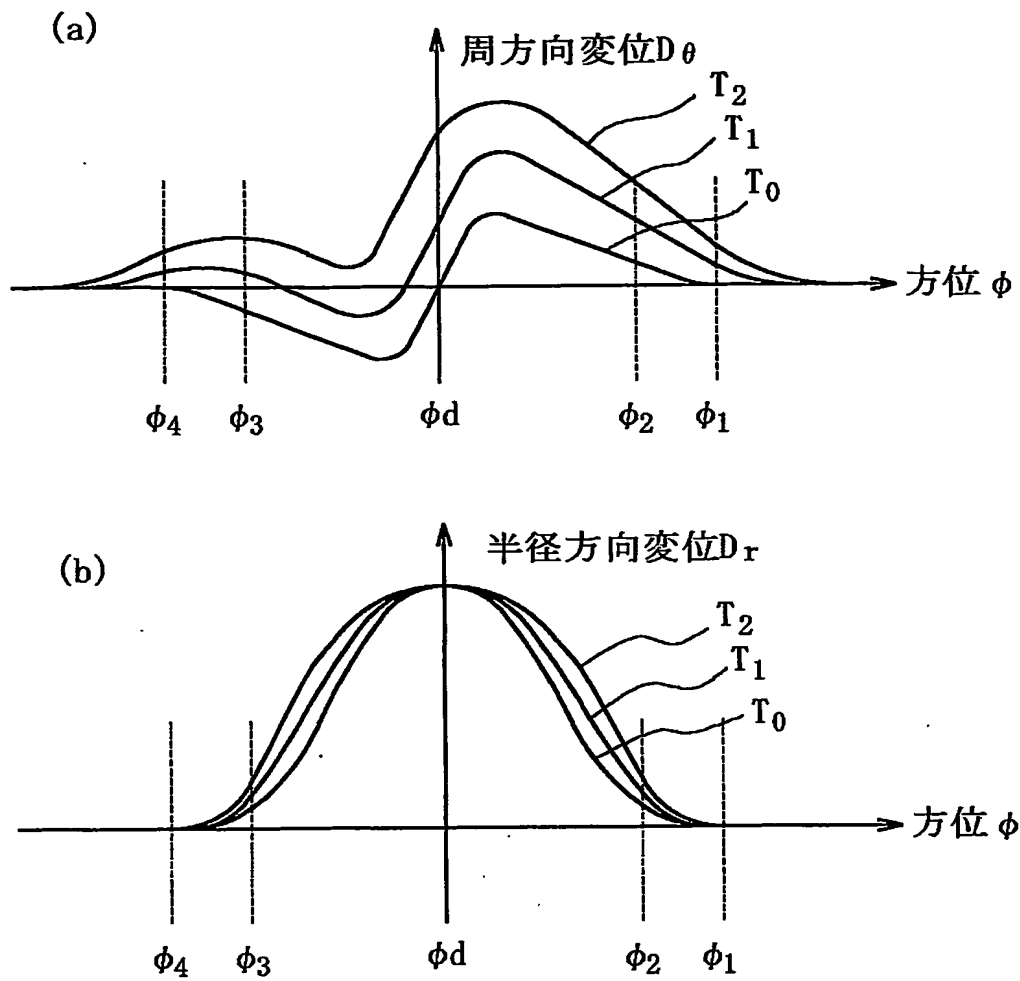
【書類名】

図面

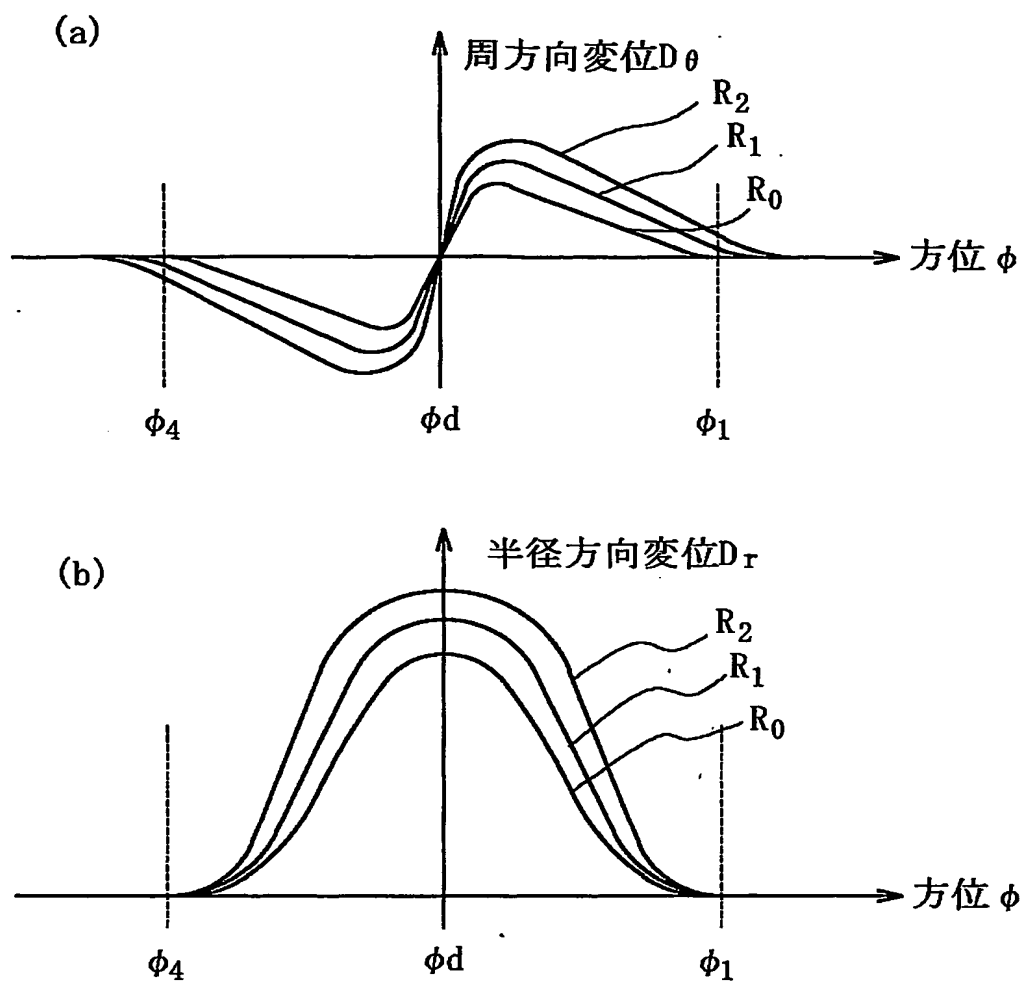
【図 1】



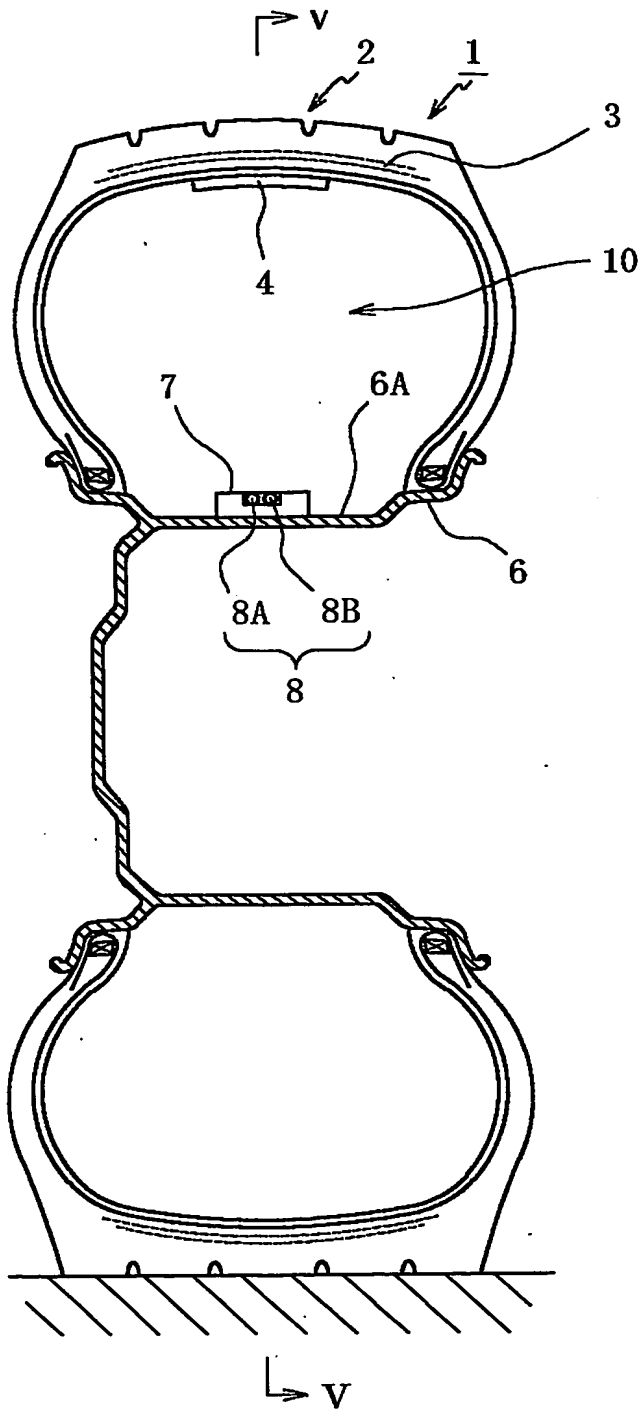
【図 2】



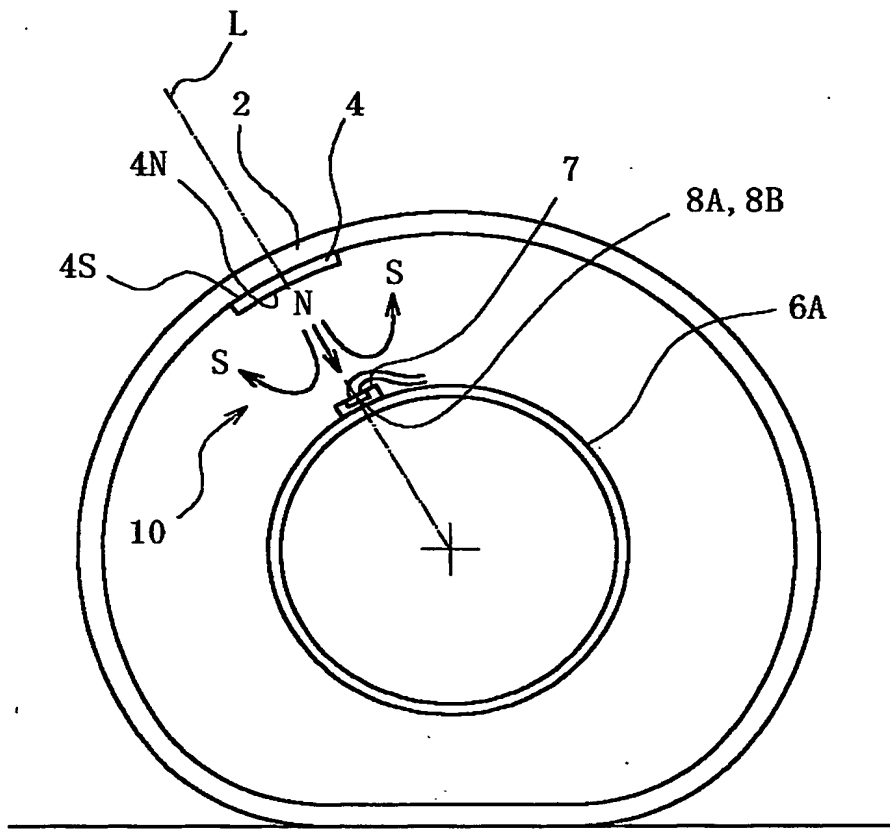
【図3】



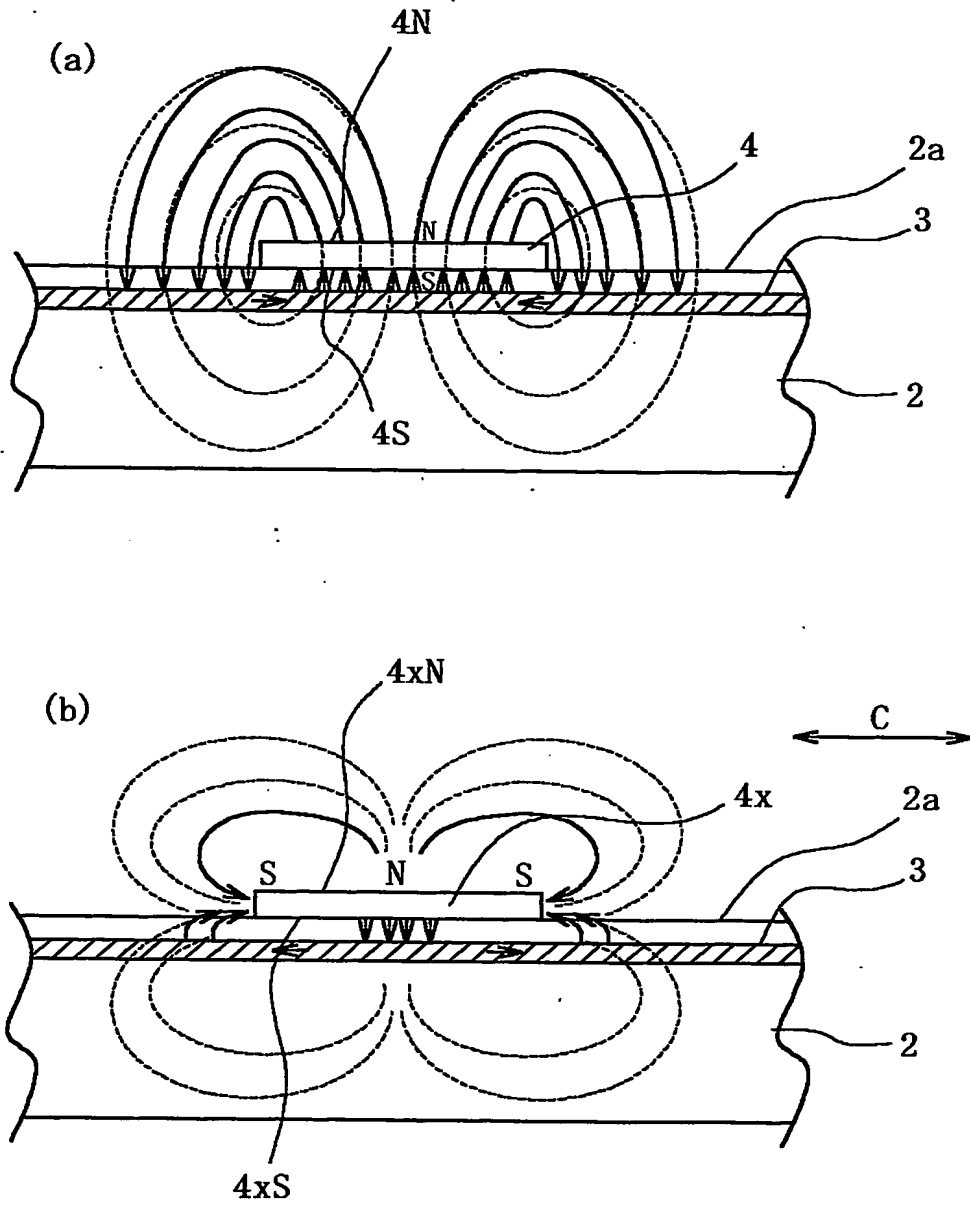
【図 4】



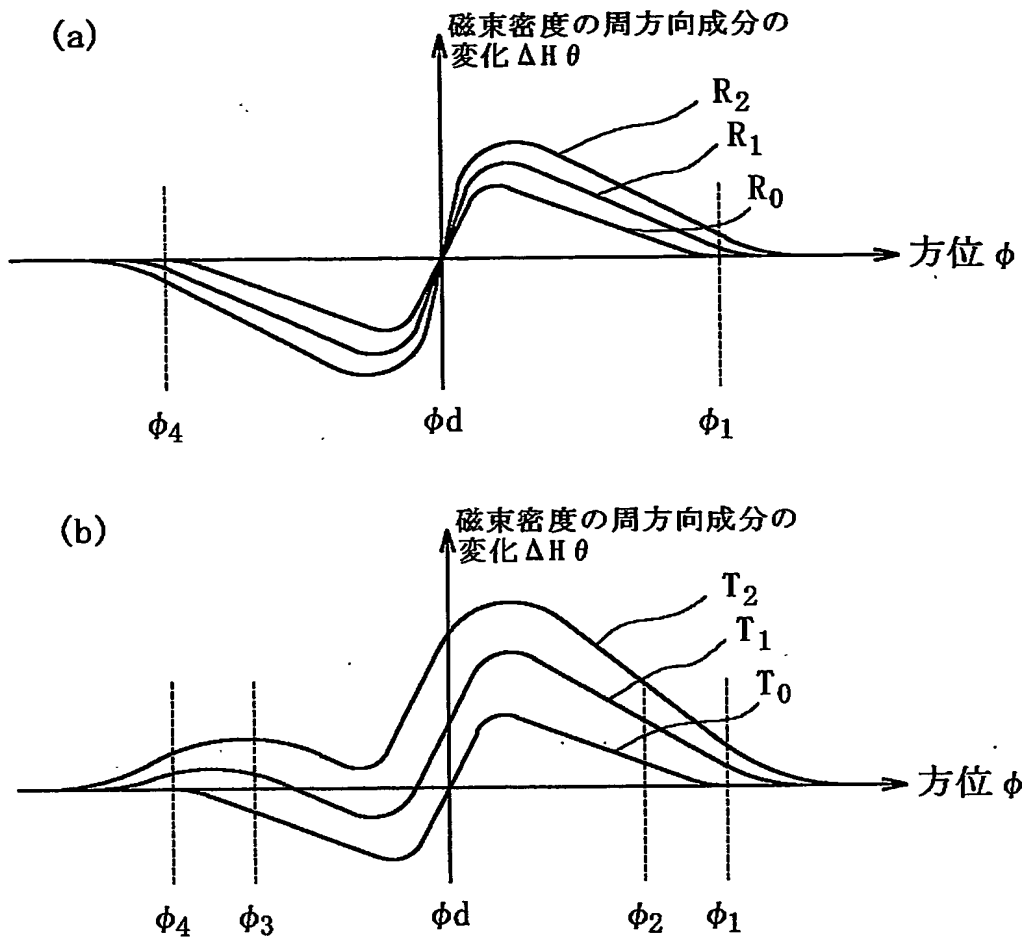
【図 5】



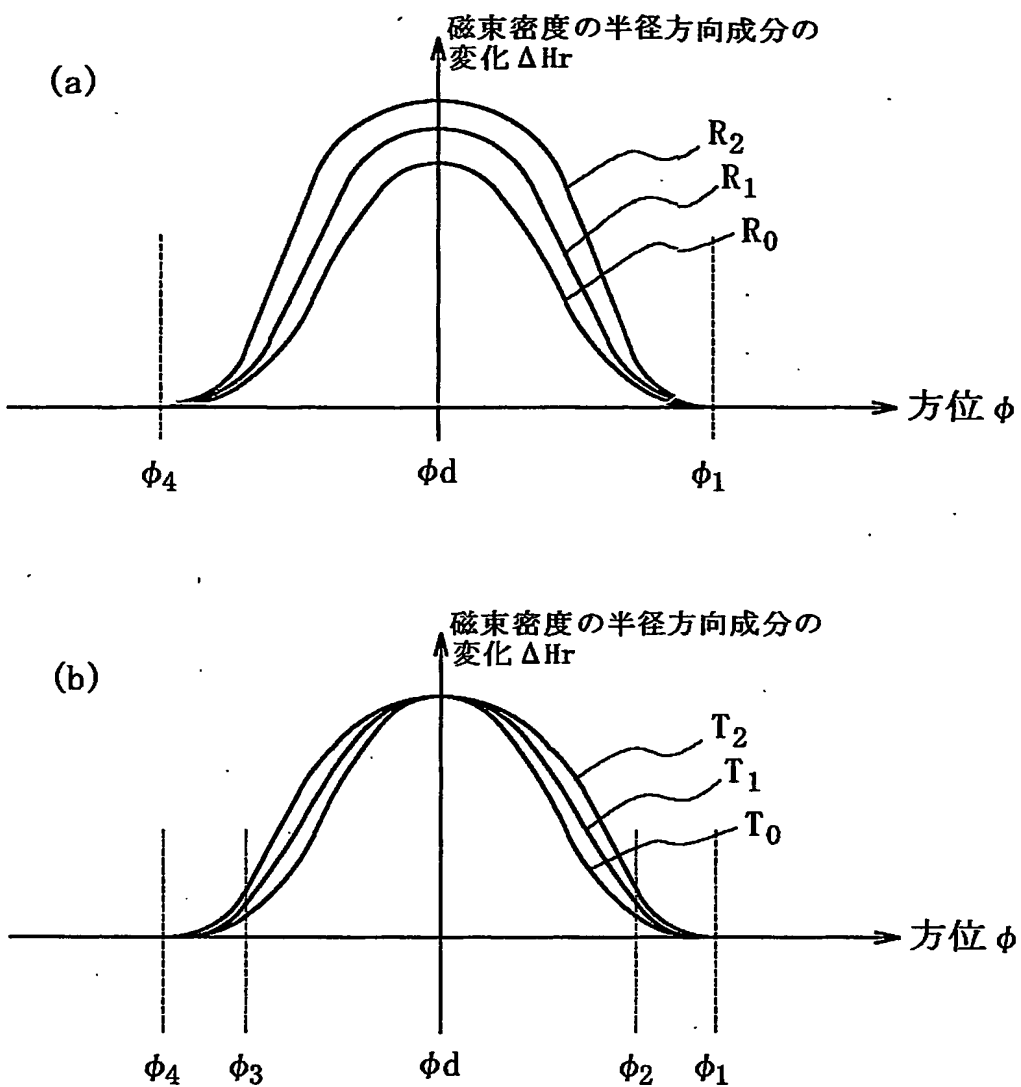
【図 6】



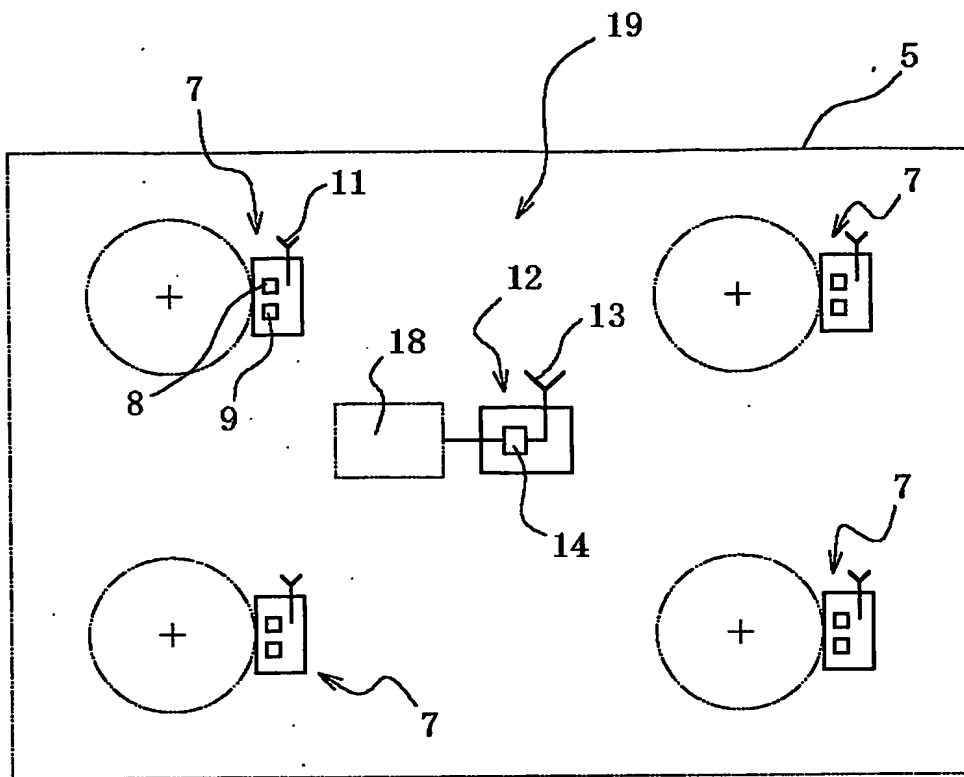
【図 7】



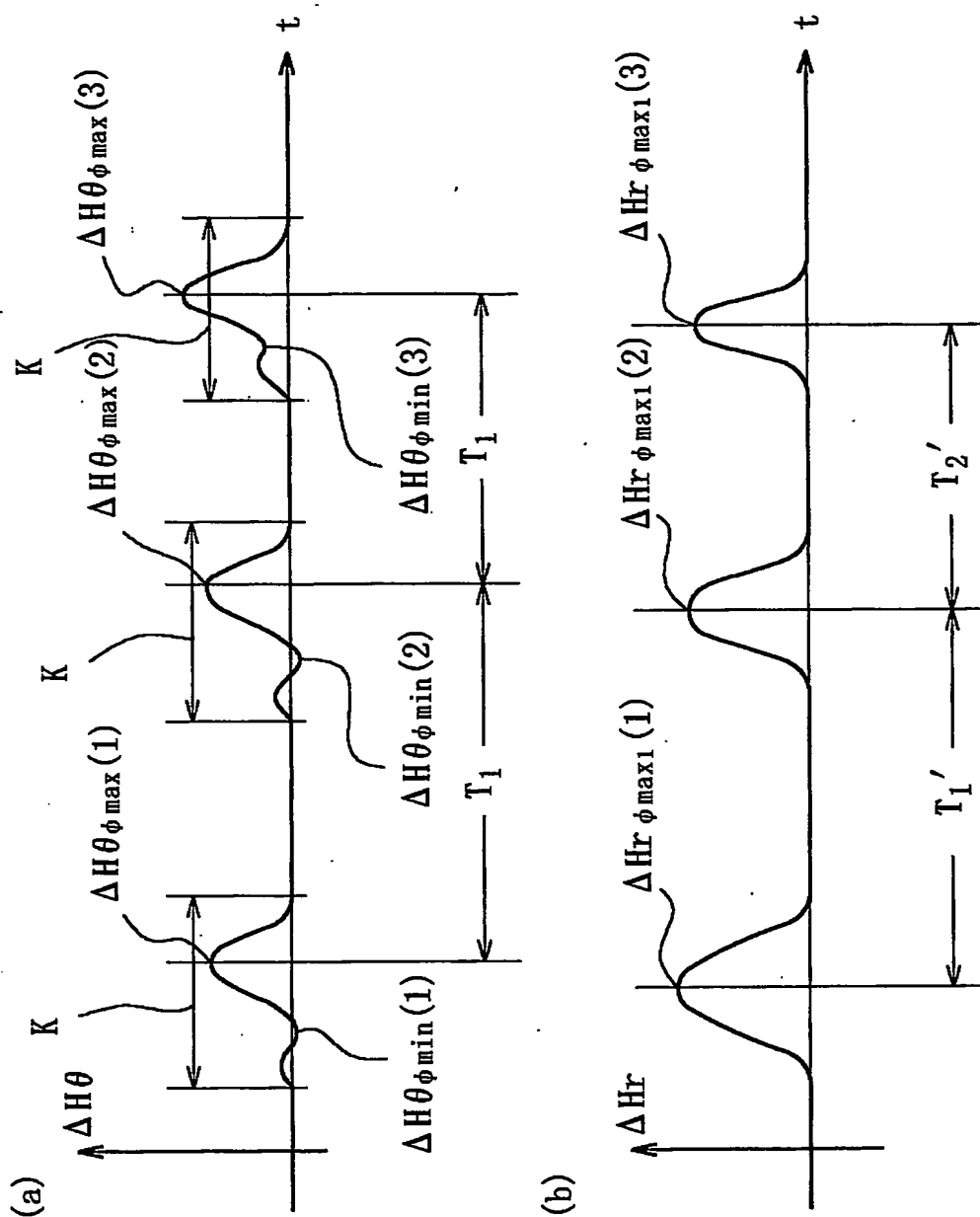
【図 8】



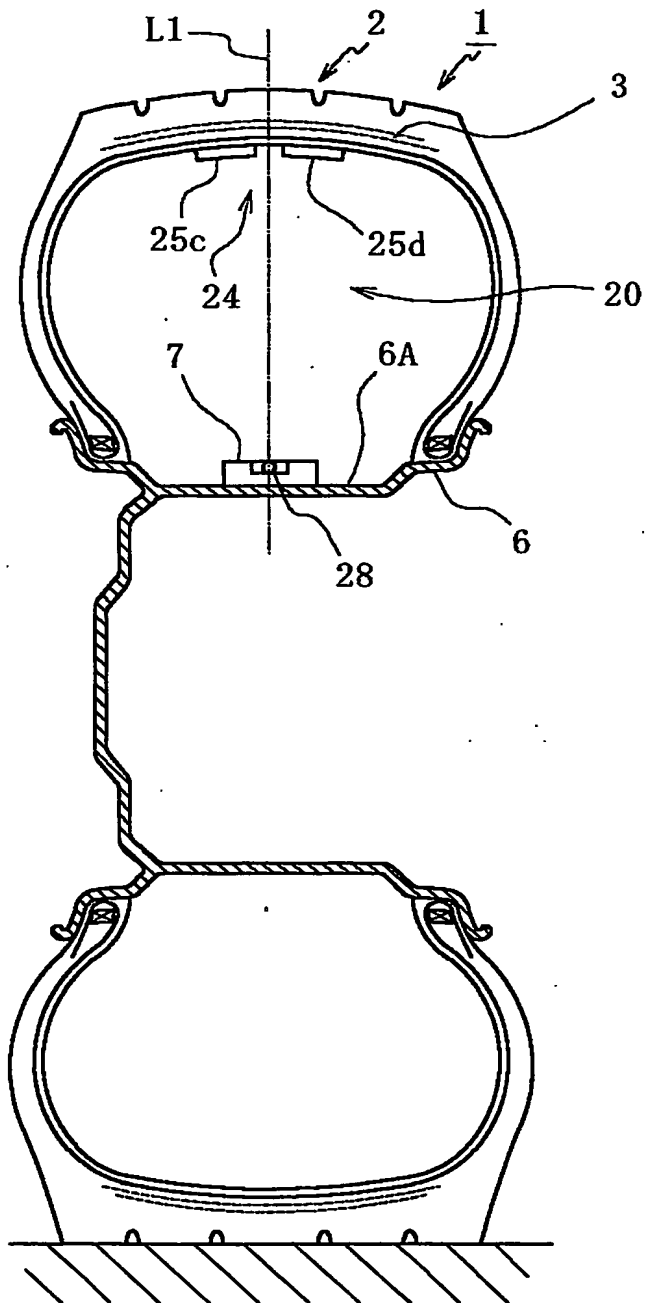
【図 9】



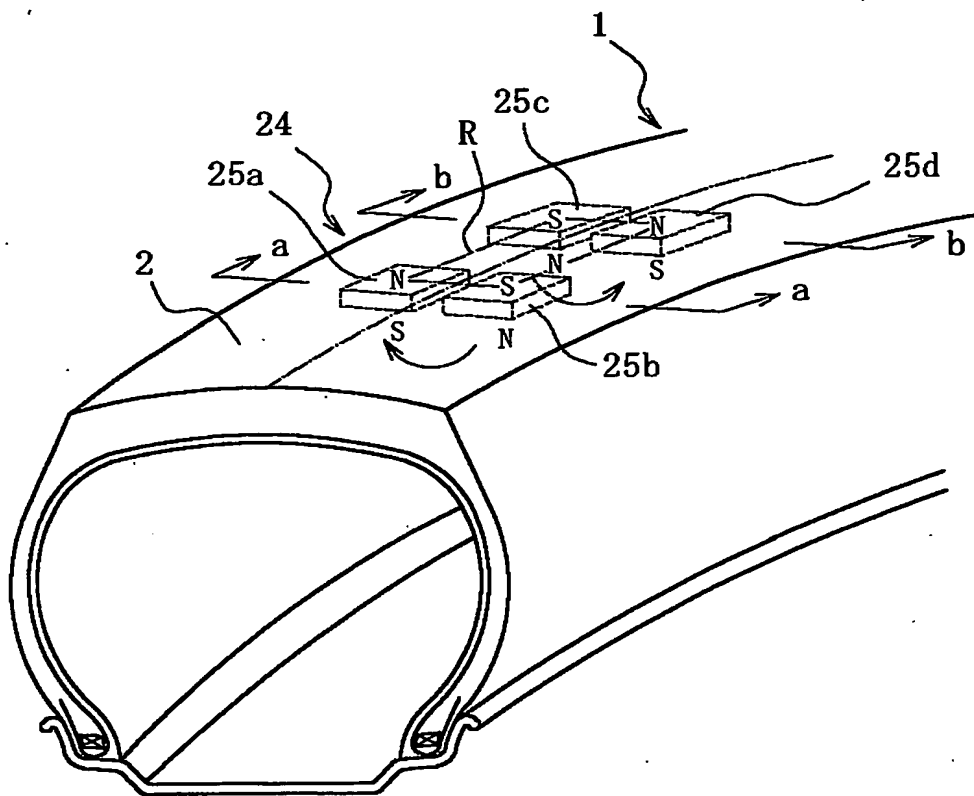
【図10】



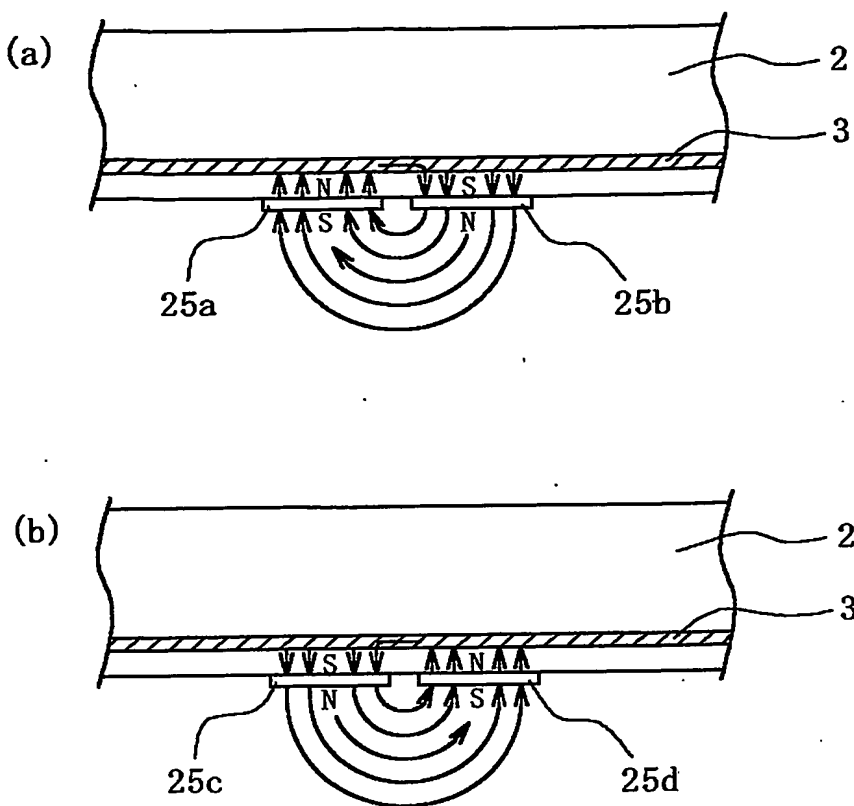
【図 11】



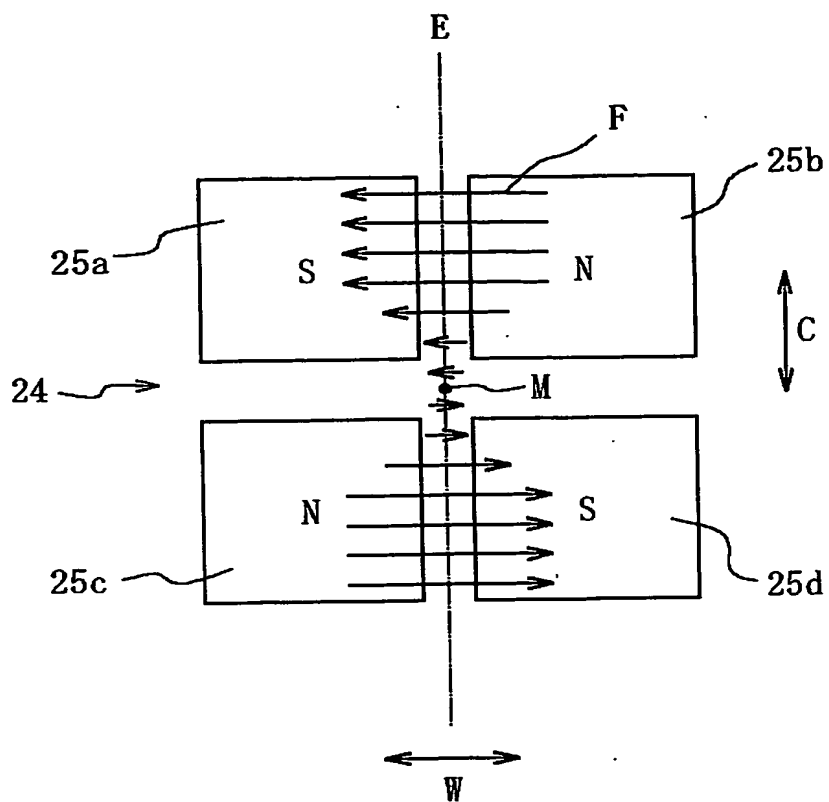
【図 12】



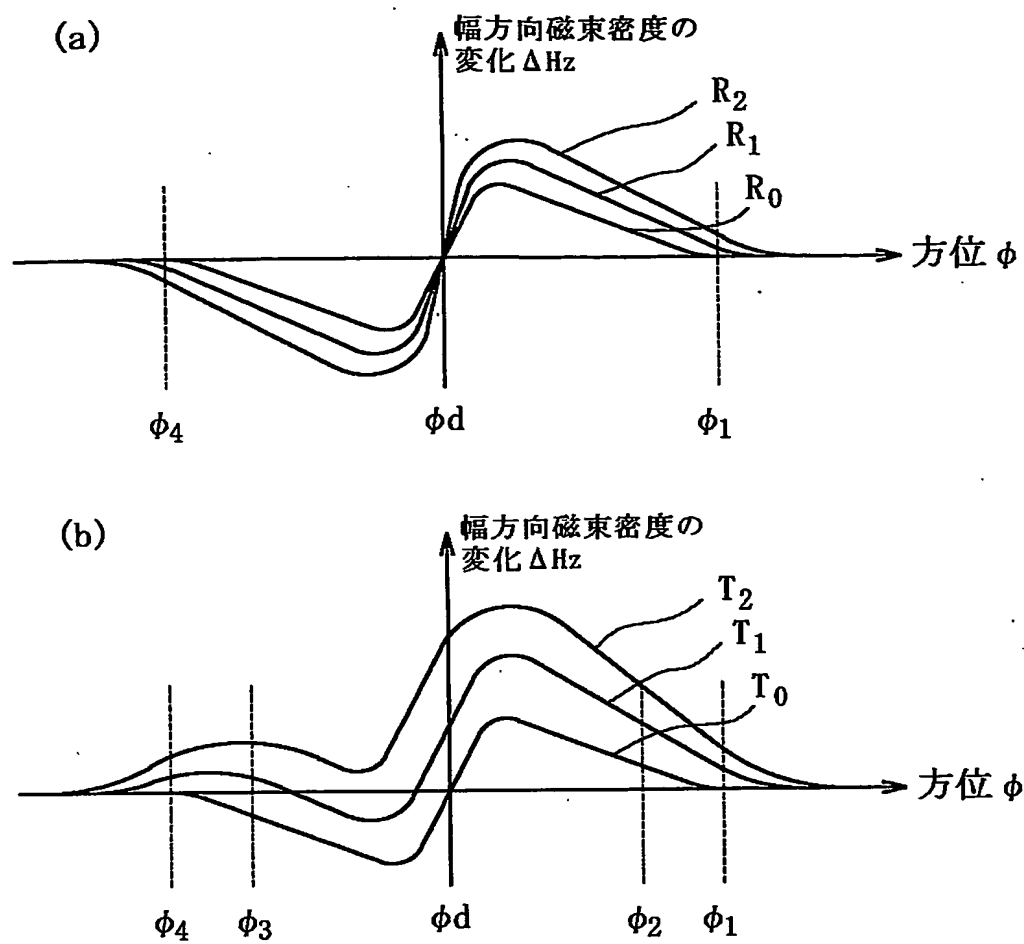
【図 13】



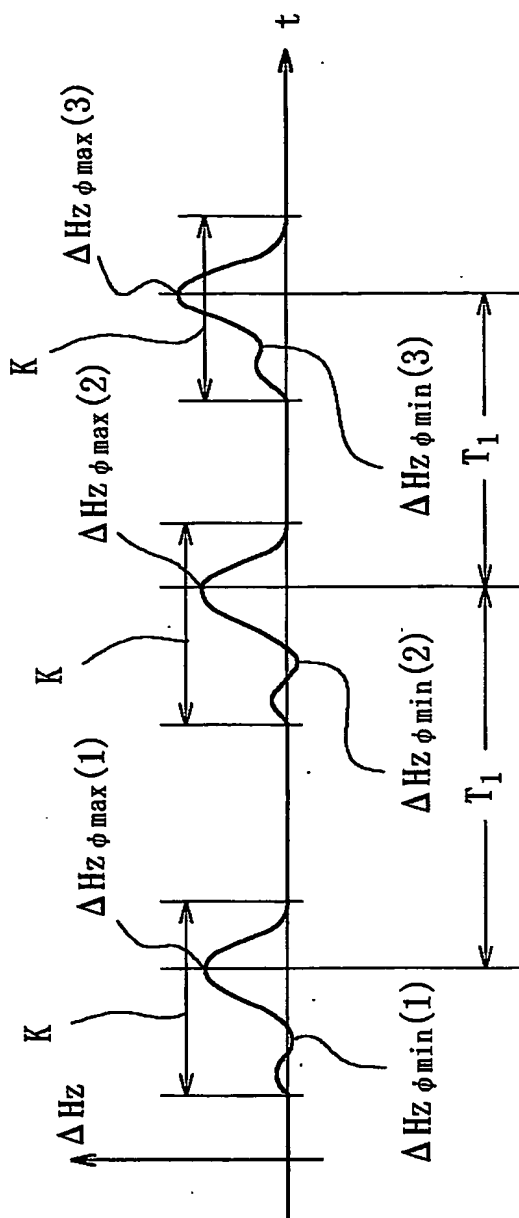
【図 14】



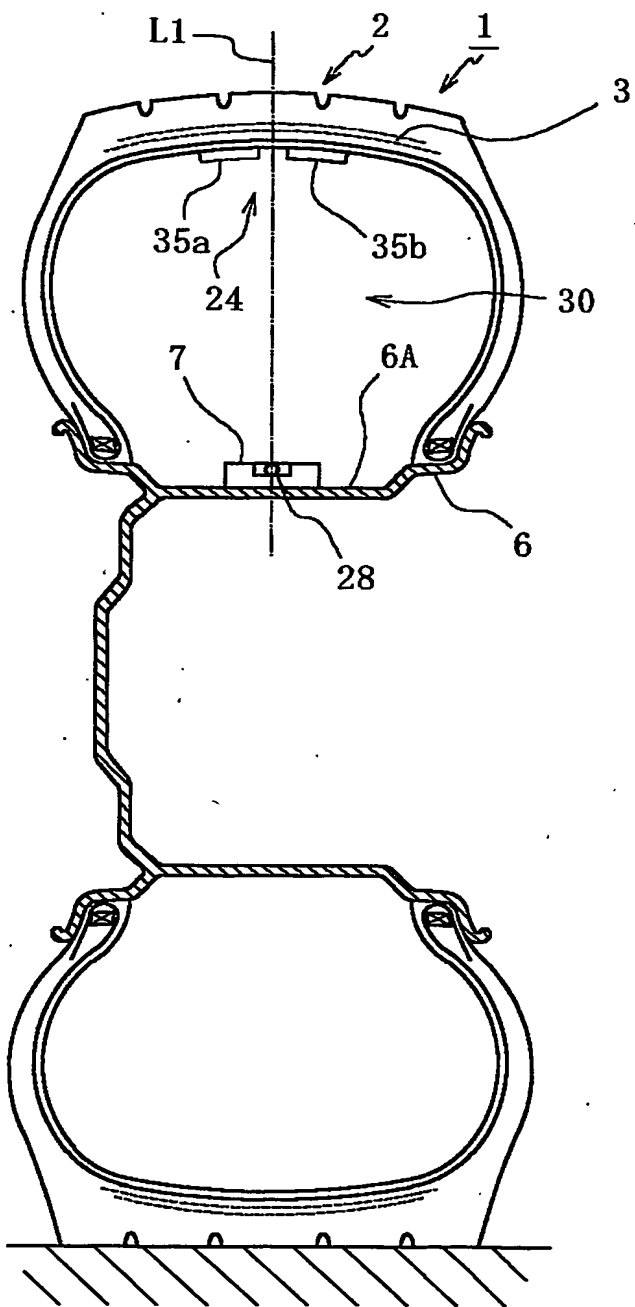
【図 15】



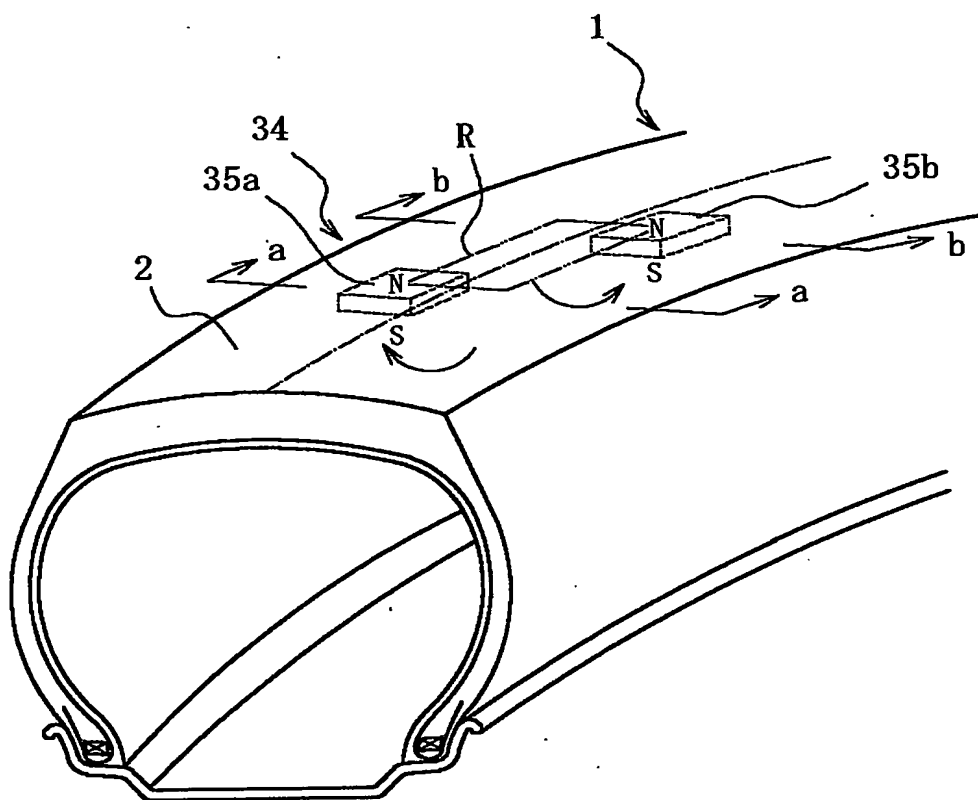
【図 16】



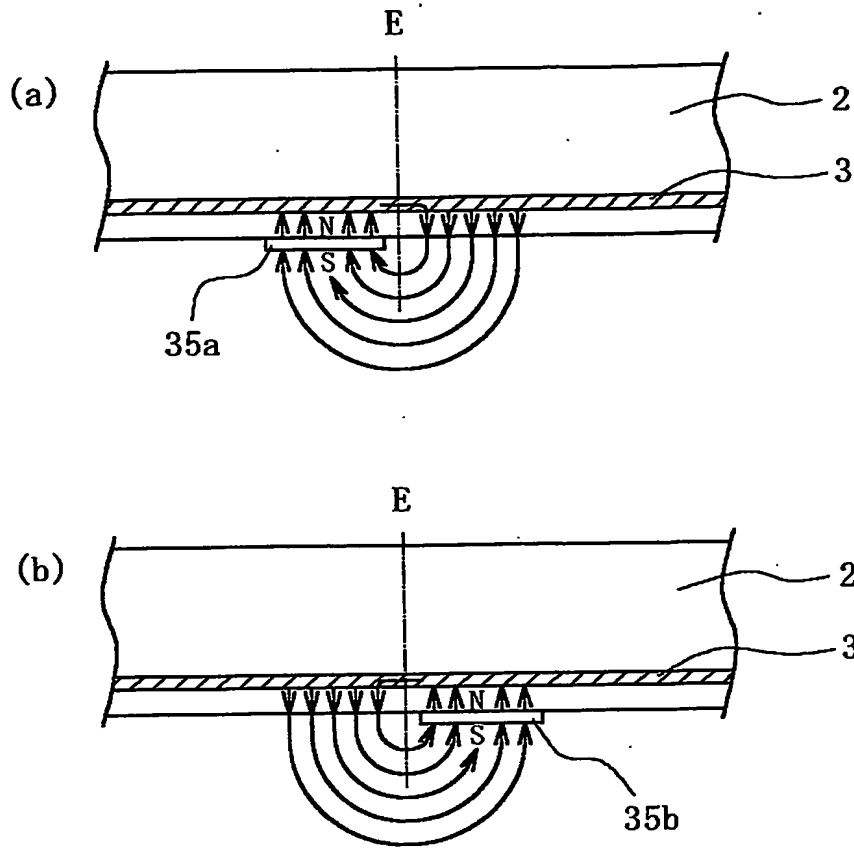
【図 17】



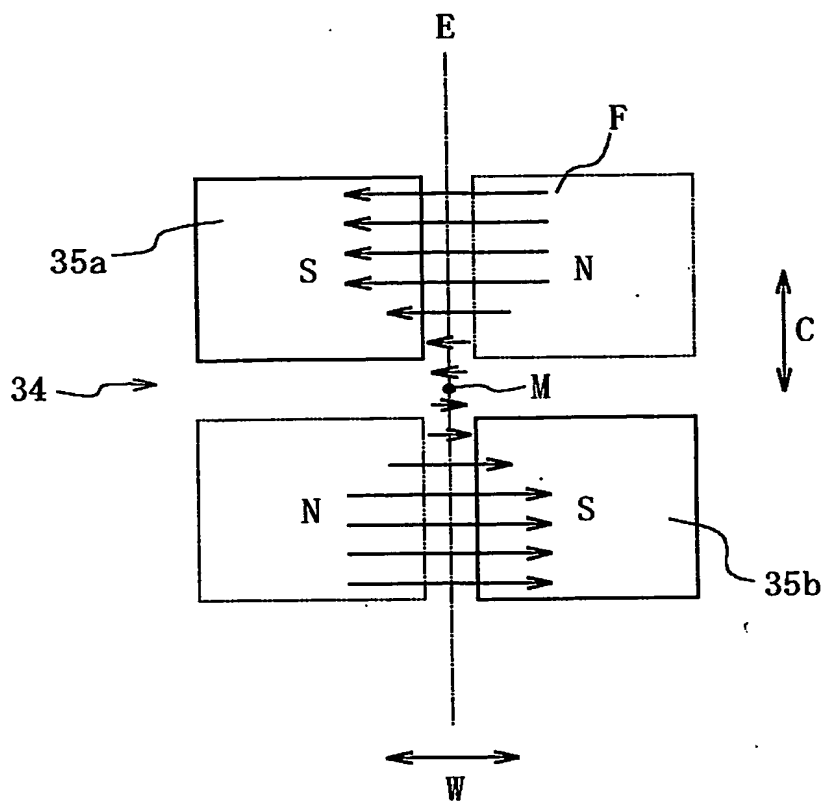
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 路面摩擦係数の高精度な測定に必要な、スチールコードよりなるベルトを有するタイヤに作用するタイヤ半径方向の力およびタイヤ周方向の力を、簡易にかつ高精度に測定することができ、しかも、タイヤのバランスに影響を与えることのないタイヤ作用力測定装置を提供し、路面摩擦係数の高精度な測定に資する。

【解決手段】 タイヤのトレッド部に固定された表裏で極性を異にする磁石によって形成される磁界を、リムに固定された磁気センサで検知し、タイヤの回転に際して検知される磁束密度の変化パターンからタイヤに作用する力を測定する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 6 6 7 1 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 7 8]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都中央区京橋 1 丁目 1 0 番 1 号

氏 名

株式会社ブリヂストン